

ALAT PENGISI BATERAI PONSEL TENAGA ANGIN

Budhi Prasetyo, M. Adhi Fatwa Ramadhan, Martinus Dimas Rusdianto

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto,SH. Tembalang, Semarang
Telp (024) 7473417, 7499585 (Hunting), Fax. 7272396

Abstrak

Pengisi Baterai Ponsel Tenaga Angin merupakan alat yang berguna untuk mengubah energi potensial angin yang kita temukan sehari hari menjadi energi listrik yang dapat kita gunakan untuk mengisi baterai / men-charge. Alat ini terinspirasi dari PLTB yang digunakan untuk membangkitkan dan mensuplai listrik dengan memanfaatkan energi angin. Namun PLTB membutuhkan potensi angin yang besar, sehingga penggunaannya hanya di lokasi tertentu saja. Maka alat ini akan dibuat kecil agar dapat memanfaatkan energi potensial angin dengan skala yang kecil yang kita temukan sehari hari. Seperti pada saat kita mengendarai motor. Udara yang kita lawan dapat menjadi potensi angin yang dapat kita manfaatkan. Memang angin tersebut tidaklah besar, namun setidaknya bermanfaat untuk skala pembangkitan kecil. Sehingga alat ini akan digunakan untuk mengisi baterai / men-charge gadget, dan harus praktis untuk dibawa kemanapun juga.

Kata kunci : PLTB, pengisian baterai ponsel

1. Pendahuluan

Tidak semua bentuk potensi energi dapat kita temukan sehari hari terutama saat melakukan perjalanan dengan jarak yang jauh. Potensi angin serta sinar matahari lah yang paling sering kita jumpai saat melakukan perjalanan. Energi angin dapat tercipta di sisi luar kendaraan karena kita bergerak melewati udara yang diam. Energi angin merupakan energi yang relatif mudah di ubah menjadi energi listrik dibandingkan energi lainnya, karena tidak membutuhkan proses pembakaran. Alat ini akan digunakan untuk memanfaatkan energi angin tersebut, sebagai sumber energi untuk mengecharge gadget. Awalnya energi angin dimanfaatkan menjadi energi mekanik dengan menggunakan turbin. Energi mekanik tersebut digunakan untuk memutar poros generator sehingga menghasilkan energi listrik. Energi listrik tersebut akan disimpan dalam baterai, agar sewaktu-waktu digunakan, baterai dapat mensuplai energi untuk ponsel. Sebelum digunakan untuk mengisi baterai, sumber energi listrik ini akan diatur dahulu oleh regulator agar tegangan pengisian tidak terlampau besar. Namun yang perlu

diperhatikan adalah dimensi alat yang kecil, sehingga dapat dibawa kemanapun.

Untuk itu pemilihan alat-alat penyusunnya perlu diperhatikan.

Turbin

Dimana energi angin yang ada akan diubah menjadi energi mekanik dengan alat ini. putaran turbin angin dapat terjadi karena perbedaan besar gaya tekan yang terjadi pada sudu sudu turbin, akan menimbulkan momen puntir yang memutar poros dan menghasilkan energi mekanik. Energi mekanik inilah yang nantinya digunakan untuk keperluan lain, seperti menggerakkan generator. Untuk mengetahui potensi angin yang ada, kita dapat melakukan perhitungan secara teoritis menggunakan rumus energi kinetik sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Menurut (Burton dkk, 2001) turbin angin tidak bisa mengambil seluruh energi yang tersedia dalam aliran bebas, karena pada kenyataannya turbin itu sendiri

mempengaruhi medan aliran. Ketika turbin mengekstrak energi dari angin, ada perubahan tekanan pada hulu dari turbin yang nantinya dapat mengubah pola aliran. Efisiensi maksimum merupakan hasil dari aliran dalam turbin angin yang harus mengekspansi, sehingga area aliran pada hulu (*freestream*) lebih kecil dari daerah rotor (Betz dkk, 2003). Penjelasan dari ekspansi aliran dapat kita pahami dengan pengembangan *Disk Theory*, yang diperoleh di Burton (2001) dan Duran (2005). Dimana daya yang diterima turbin dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_t = \frac{1}{4} \cdot \rho_u \cdot A_2 \cdot (v_0^2 - v_3^2) \cdot (v_0 + v_3)$$

Jika perbandingan antara daya yang dihasilkan turbin dengan daya angin yang diterima turbin, diibaratkan dengan C_p (koefisien daya) maka dapat dirumuskan:

$$C_p = \frac{P_t}{P_u}$$

Generator

Generator DC terdiri dua bagian, yaitu stator, yaitu bagian mesin DC yang diam, dan bagian rotor, yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian stator terdiri dari: rangka motor, belitan stator, sikat arang, bearing dan terminal box. Sedangkan bagian rotor terdiri dari: komutator, belitan rotor, kipas rotor dan poros rotor. Jika rotor diputar dalam pengaruh medan magnet, maka akan terjadi perpotongan medan magnet oleh lilitan kawat pada rotor. Hal ini akan menimbulkan tegangan induksi. Jika ujung belitan rotor dihubungkan dengan slip-ring berupa dua cincin (disebut juga dengan cincin seret), maka dihasilkan listrik AC (arus bolak-balik) berbentuk sinusoida. Bila ujung belitan rotor dihubungkan dengan komutator satu cincin dengan dua belahan, maka dihasilkan listrik DC dengan dua gelombang positif

Regulator

Pengatur tegangan (*voltage regulator*) berfungsi menyediakan suatu tegangan keluaran DC tetap yang tidak dipengaruhi

oleh perubahan tegangan masukan, arus beban keluaran, dan suhu. Namun pada praktiknya, tegangan keluaran dapat meningkat atau menurun tergantung dari tegangan masukannya. Peristiwa ini disebut *Line Regulation*, dimana persentase perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan yang terjadi pada tegangan masukan, dapat dinyatakan dalam $\frac{\%}{v}$. Pengaturan beban dapat juga dinyatakan sebagai persentase perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan setiap mA arus pada beban. Perubahan ini dapat kita kenal sebagai *Load Regulation* yang dapat dinyatakan dalam $\frac{\%}{mA}$.

Baterai

Baterai listrik adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Perbedaan potensial pada kutub baterai dikenal dengan tegangan kutub dan diukur dalam volt. Tegangan kutub sebuah sel yang tidak sedang diisi ulang atau dipakai disebut tegangan rangkaian terbuka. Karena adanya tahanan dalam, tegangan kutub pada sel yang dipakai lebih kecil daripada tegangan rangkaian terbuka dan ketika sel diisi ulang, akan lebih besar daripada tegangan rangkaian terbuka. Pada umumnya, Baterai terdiri dari 2 Jenis utama yakni:

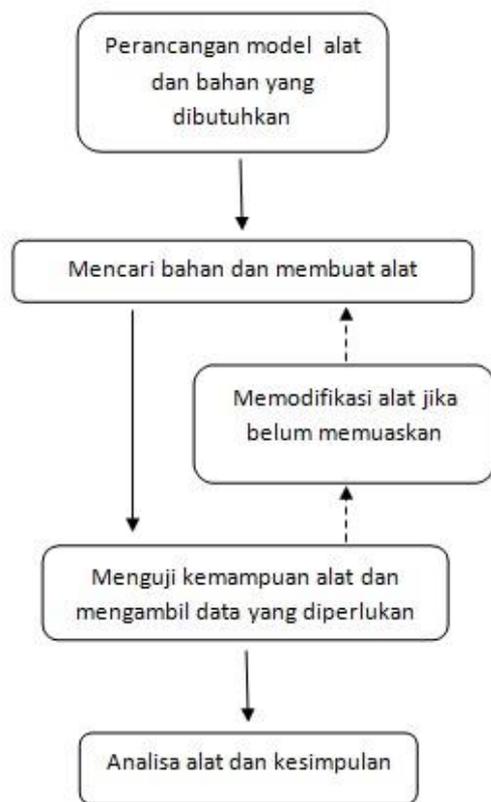
- Baterai Primer, yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*).
- Baterai Sekunder, yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*).

Kapasitas sebuah baterai biasanya diukur dengan satu mAH. Satuan mAH adalah singkatan dari *mili Ampere Hour* atau mili-ampere-jam. Semakin tinggi nilainya, makin tinggi pula kapasitasnya. Pada dasarnya mAH (*mili Ampere Hours*) dalam menyatakan kemampuan baterai mengalirkan arus sebesar satu mili ampere selama satu jam.

Ketika 4 buah baterai yang sama dirangkai seri, akan menghasilkan kapasitas arus listrik (mAH) yang sama kapasitas pada 1 buah baterai. Tegangannya yang dihasilkan dari rangkaian seri menjadi 4 kali lipat dari tegangan 1 buah baterai. Sedangkan jika dirangkai paralel, rangkaian baterai menghasilkan kapasitas arus listrik (mAH) sebesar total kapasitas semua baterai. Tegangannya yang dihasilkan dari rangkaian paralel sama dengan 1 buah baterai.

2. Metode

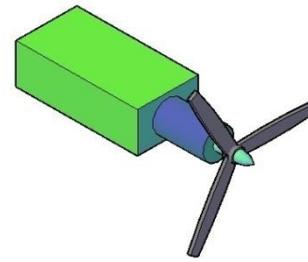
Pembuatan alat mengikuti alur *flowchart* seperti Gambar 2.1:



Gambar 2.1 *flowchart* pembuatan alat

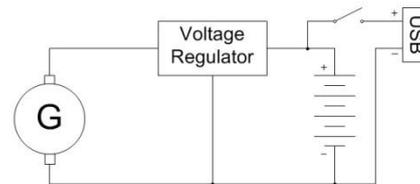
Perancangan

Gambaran alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.2:



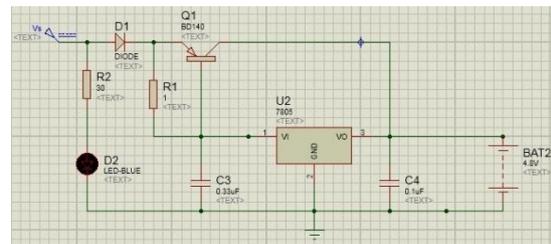
Gambar 2.2 rancangan alat

Dimana alat tersebut memiliki rangkaian alat penyusun seperti Gambar 2.3:



Gambar 2.3 rangkaian alat

Voltage regulator sendiri memiliki rangkaian sebagai berikut:



Gambar 2.4 rangkaian voltage regulator

Pemilihan Alat

• Turbin

Turbin yang digunakan haruslah dapat memutar generator dengan potensi angin yang kecil. Selain itu juga harus dapat mengatasi torsi generator. Turbin yang digunakan juga perlu memperhatikan ukurannya. Kebanyakan turbin angin berukuran besar sehingga tidak praktis untuk dibawa kemana-mana. Untuk itu penggunaan *proppeler* pesawat remote menjadi solusi yang baik.

• Generator

Generator yang dipilih juga haruslah berukuran kecil, sayangnya generator yang

dijual di pasaran relatif berukuran besar. untuk motor DC dengan magnet permanen yang banyak ditemukan di printer bekas dapat digunakan sebagai generator DC. Motor DC ini memiliki konstruksi layaknya generator DC, dimana induksi magnetnya berasal dari magnet permanen. Hanya dengan memutar porosnya, motor ini akan menghasilkan energi listrik. Spesifikasi fisik dari motor ini sudah cukup kompak untuk digunakan.



Gambar 2.5 alat jadi

• **Regulator**

Regulator berfungsi untuk menyediakan tegangan keluaran DC tetap yang tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan masukan, arus beban keluaran, dan suhu. Regulator menjaga tegangan keluarannya bernilai ± 5 volt. Tegangan yang dapat diterima oleh regulator maksimal sebesar 40 volt. Agar arus tidak berbalik ke generator, rangkaian regulator akan ditambahi dioda. Transistor juga akan digunakan untuk meningkatkan arus yang mengalir menuju baterai.

• **Baterai**

Baterai yang digunakan haruslah baterai *rechargeable*, agar dapat diisi kembali. Agar dapat mengisi baterai ponsel, tegangan sumber haruslah lebih tinggi daripada tegangan baterai ponsel. Adapun tegangan baterai ponsel kebanyakan sebesar 3,8 volt. Karena sumber tegangan sebelum masuk ke ponsel adalah baterai, maka baterai yang diperlukan haruslah bertegangan lebih dari 3,8 volt atau. Tegangan baterai yang dijual di pasar kebanyakan bernilai 1,2 volt, problem ini dapat diatasi dengan merangkai 4 baterai 1,2 volt secara seri. Ketika disusun seri, tegangan total yang dihasilkan sebesar 4,8 volt

3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 3.1 menunjukkan kecepatan angin masuk (v_i) yang mana sebagai sumber energi dan kecepatan angin keluar turbin (v_o). Pengujian ini mengetahui seberapa besar energi yang tersedia dan yang dapat diserap oleh turbin angin.

Tabel 3.1 energi angin yang diserap

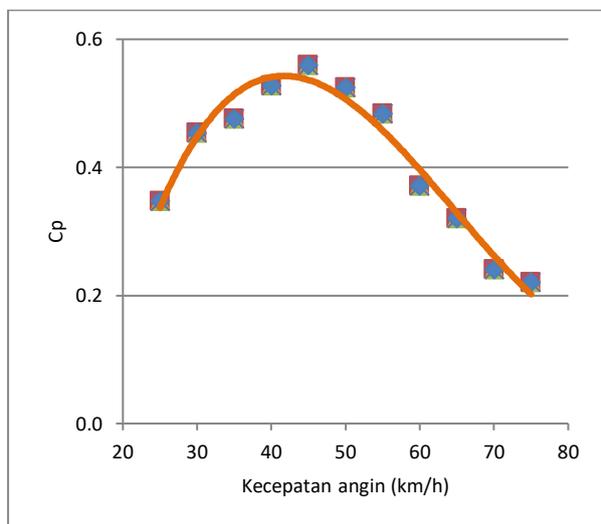
v_i (km/h)	v_o (km/h)
25	22,6
30	26,1
35	30,2
40	33,8
45	37,5
50	42,3
55	47,3
60	53,8
65	59,3
70	65,5
75	70,6

Terlihat pada Tabel 3.1, nilai kecepatan angin keluar turbin selalu lebih kecil daripada masukan turbin. Dengan data tersebut, kita dapat mengukur energi angin yg dihasilkan dari blower, dan energi yang diserap oleh turbin angin. Dengan menggunakan rumus yang ada, energi angin yang diterima turbin pada setiap variabel kecepatan dapat dihitung. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 perhitungan daya

v_i (km/h)	v_o (km/h)	P_u (Watt)	P_t (Watt)	C_p
25	22,6	3,309	1,155	0,348
30	26,1	5,722	2,607	0,455
35	30,2	9,097	4,333	0,476
40	33,8	13,579	7,171	0,528
45	37,5	19,335	10,840	0,560
50	42,3	26,473	13,930	0,525
55	47,3	35,297	17,112	0,484
60	53,8	45,836	17,051	0,372
65	59,3	58,267	18,702	0,321
70	65,5	72,799	17,545	0,241
75	70,6	89,475	19,808	0,221

Terlihat pada Tabel 3.2 semakin tinggi kecepatan angin yang masuk ke turbin artinya semakin besar pula daya angin yang masuk ke turbin. Begitupun juga dengan hasil keluaran turbin yang meningkat seiring bertambah besarnya daya angin yang masuk. Namun tidak berlaku untuk nilai C_p , dimana nilainya meningkat hingga nilai maksimal lalu berangsur turun. Nilai C_p dapat kita gambarkan dengan kurva pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 kurva C_p turbin

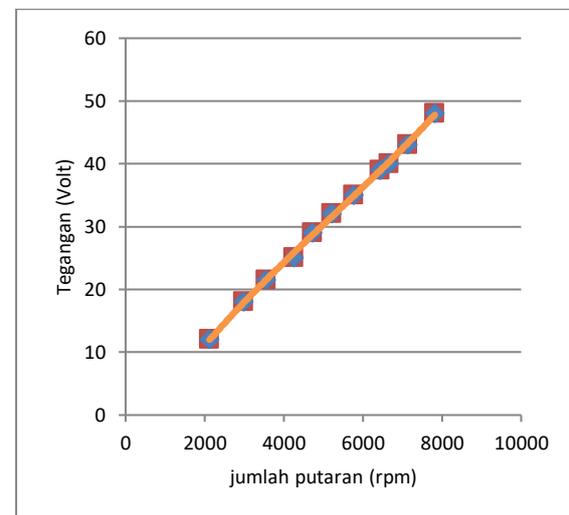
Selanjutnya pengujian generator tanpa beban. Pengujian generator tanpa beban bertujuan untuk melihat karakteristik jika tidak

dibebani. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 generator beban nol

v_i (km/h)	n (rpm)	V_o (volt)
25	2124	12
30	2980	18
35	3552	21,5
40	4248	25
45	4719	29
50	5208	32
55	5775	35
60	6429	39
65	6659	40
70	7134	43
75	7818	48

Terlihat pada Tabel 3.3, nilai tegangan akan semakin meningkat seiring meningkatnya jumlah putaran generator. Hal ini dikarenakan besar tegangan yang dihasilkan oleh generator berbanding lurus dengan jumlah putaran generator. Sehingga jika dibuat grafik hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 karakteristik beban nol

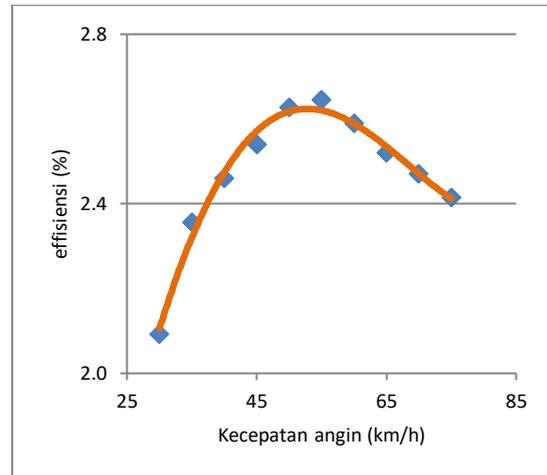
Setelah itu generator dibebani dengan regulator dan baterai. Pengujian generator dengan kontrol pengisi baterai bertujuan untuk melihat bagaimanakah jika generator

dibebani dan berapakah output kontrolnya. Hasil percobaan disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 generator dengan beban

v_i (km/h)	n (rpm)	V_o (Volt)	I_o (mA)	V (Volt)
30	1026	6	20	4,9
35	1134	6,5	33	4,9
40	1271	7,6	44	4,9
45	1384	7,8	63	4,9
50	1522	8,4	83	4,9
55	1605	8,9	105	4,9
60	1622	9,5	125	4,9
65	1720	9,8	150	4,9
70	1953	10	180	4,9
75	2368	10,3	210	4,9

dimana nilainya semakin meningkat seiring naiknya kecepatan angin. Namun effisiensinya akan naik diawal, dan mulai menurun setelah mencapai titik maksimal. Data ini menampilkan karakteristik turbin dan generator yang dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 kurva generator dengan beban

Dari data yang didapat, daya generator dapat dihitung. Dengan menghitung daya generator akan didapat efisiensi sistem. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.5

Listrik keluaran generator ini nantinya akan dipakai untuk mengisi daya baterai. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 2000 mAh. Dimana baterai ini nantinya akan digunakan untuk mengisi baterai ponsel. Adapun dengan menggunakan rumus, kita dapat mengetahui seberapa lamakah pengisian baterai ini dari kosong hingga penuh akan berlangsung. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.5 daya dan efisiensi generator

v_i (km/h)	n (rpm)	P_u (Watt)	P_g (Watt)	η (%)
30	1026	5,722	0,12	2,0929
35	1134	9,097	0,2145	2,3559
40	1271	13,579	0,3344	2,4605
45	1384	19,335	0,4914	2,5394
50	1522	26,473	0,6972	2,6265
55	1605	35,297	0,9345	2,6450
60	1622	45,836	1,1875	2,5889
65	1720	58,267	1,47	2,5206
70	1953	72,799	1,8	2,4712
75	2368	89,475	2,163	2,4144

Tabel 3.6 lama pengisian baterai

v_i (km/h)	I_o (mA)	C (mAh)	t (jam)
30	20	2000	100
35	33	2000	60,6
40	44	2000	45,4
45	63	2000	31,7
50	83	2000	24,1
55	105	2000	19
60	125	2000	16
65	150	2000	13,3
70	180	2000	11,1
75	210	2000	9,5

Pada tabel 3.5 terlihat bahwa semakin tinggi kecepatan angin yang diterima turbin, semakin besar pula daya angin yang diterima turbin. Begitupun daya keluaran generator,

4. Kesimpulan

Turbin dan generator ini nantinya akan mengisi baterai yang berguna untuk menyimpan energi listrik. Hasil keluaran dari generator tidak langsung digunakan untuk mengisi baterai, karena tegangan yang dihasilkan terlalu besar. Untuk itu kami gunakan kontrol analog untuk menstabilkan tegangan generator. Saat dibebani putaran generator akan menurun akibat adanya induksi balik. Tercatat pada kecepatan angin 40 km/h saat tidak dibebani generator menghasilkan putaran 4248 rpm dan 25 volt. Ketika generator dibebani, putarannya akan turun menjadi 1271 rpm dengan tegangan keluaran 7.6 volt. Seiring naiknya kecepatan angin yang masuk, energi kinetik angin, dan daya yang dihasilkan generator semakin meningkat. Namun effisiensinya akan turun setelah mencapai puncak tertentu. Pada turbin dan generator ini, effisiensi tertinggi sebesar 2.6450% diraih saat kecepatan angin 55 km/h dengan putaran generator 1605 rpm. Arus yang dihasilkan oleh generator ini nilainya berangsur naik seiring meningkatnya kecepatan udara yang diterima turbin. Pada alat ini tercatat nilai arus terbesar ada pada 75 km/h dengan arus keluaran 210 mA. Dengan arus senilai itu kita dapat mengisi penuh baterai berkapasitas 2000 mAh selama 9 jam 30 menit.

partially static turbine—first experimental results

5. Musaruddin, Mustarum, Aditya Rachman, dan Muhammad Hasbi. Penjelasan Ekspansi Aliran yang Menyebabkan Betz Limit Dengan Menggunakan Model Disk Theory. Kendari. Universitas Haluoleo
6. Ragheb, Magdi dan Adam M. Ragheb. 2011. *Wind Turbines Theory - The Betz*.
7. Rijono, Yon. 2004. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Yogyakarta. ANDI
8. Rusiyanto. 2006. "Penguat Transistor". *Artikel Elektronika*. Banyuwangi
9. Titanio, Gilang dan Arrad Ghani Safitria. *Unjuk Kinerja Turbin Angin Sumbu Horizontal Menggunakan Airfoil N-10*. Makalah disampaikan dalam Pertemuan Ilmiah XXIX HFI Jateng & DIY. Yogyakarta 25 April 2015. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bet, F Grassmann, H., 2003, *Upgrading conventional wind turbines*. Renewable Energy, Vol. 28 (1):71–8
2. Burton, T, Sharpe D, Jenkins N, Bossanyi E. 2001, *Wind Energy Handbook*, John Wiley & Sons, Ltd Baffins Lane, Chichester West Sussex, PO19 1UD, England
3. Duran. S, 2005. Computer-aided design of horizontal-axis wind turbine blades, Master's thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey
4. Grassmann, H, Bet, F, Cabras G, M. Ceschia, D. Cobai, C. DelPapa. 2003. A