

Sistem Monitoring Data Pembangkit Listrik Tenaga Angin Berbasis Mikrokontroler Atmega32

Ir. Jamsier Simanjuntak, MT¹⁾, Herman Saputra Pangaribuan²⁾

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas HKBP Nommensen

email : jamsiersiamnjuntak@uhn.ac.id

Abstrak

Alat monitoring tegangan, arus, daya dan kecepatan angin di Pembangkit Listrik Tenaga Angin pada saat ini masih konvensional. Artinya kondisi alat monitoring parameter masih berupa volt meter, watt meter, ampere meter dan m/s analog. Hasil yang ditunjukkan oleh alat ini juga kurang akurat dan membutuhkan ilmu khusus untuk membacanya sehingga hal ini akan membingungkan pengguna dalam melihat hasil yang ditunjukkan oleh alat monitoring yang analog. Dalam tulisan ini akan dirancang alat monitoring tegangan, arus, daya dan kecepatan angin yang multiguna. Alat monitoring tegangan, arus, daya dan kecepatan angin dirancang khusus sesuai dengan kebutuhan pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin yaitu dengan pengukuran parameter tegangan, arus, daya dan kecepatan angin. Alat monitoring tegangan, arus, daya dan kecepatan angin dilengkapi dengan Auto Saving System (ASS). Auto Saving System merupakan sistem dimana alat ini mampu menyimpan parameter-parameter tegangan, arus, daya dan kecepatan angin dalam chip memory.

Kata Kunci : Mikrokontroler Atmega32, auto saving system, pembangkit listrik tenaga listrik

Abstract

Current monitoring tools for voltage, current, power and wind speed in Wind Power Plants are still conventional. This means that the condition of the parameter monitoring tool is still in the form of a volt meter, watt meter, ampere meter and analog m/s. The results shown by this tool are also less accurate and require special knowledge to read so that this will confuse users in seeing the results shown by analog monitoring tools. In this paper, a multipurpose voltage, current, power and wind speed monitoring tool will be designed. The monitoring tool for voltage, current, power and wind speed is specially designed according to the needs of the Wind Power Plant, namely by measuring the parameters of voltage, current, power and wind speed. The monitoring tool for voltage, current, power and wind speed is equipped with an Auto Saving System (ASS). Auto Saving System is a system where this tool is able to store the parameters of voltage, current, power and wind speed in a memory chip.

Keywords: Atmega32 microcontroller, auto saving system, electric power plant

PENDAHULUAN

Alat monitoring data ini berbasis mikrokontroler Atmega32 suatu alat monitoring yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Keluaran dari alat monitoring data ini meliputi tegangan, arus, daya dan kecepatan angin yang kemudian ditampilkan pada LCD. Alat monitoring data ini dibuat dengan harapan dapat mempermudah pembacaan data dari keluaran pembangkit listrik tenaga angin.

DASAR TEORI

Kincir Angin

Pembangkit listrik tenaga angin, memanfaatkan energi angin sebagai sumber energinya. Pemanfaatan energi angin ini yaitu menggunakan kincir angin lalu dihubungkan menggunakan generator ataupun turbin. Setelah itu, proses yang dilakukan akan menghasilkan tenaga listrik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Energi

angin merupakan bentuk yang jauh berkelanjutan bebas dengan polusi energi. Pemanfaatan angin ini memang sangat disarankan karena jumlahnya yang tidak terbatas dan juga melimpah. Pemanfaatan energi angin ini sangat menarik karena tidak perlu menggunakan bahan bakar sebagai sumber energi. Tidak hanya itu, pemanfaatan energi angin ini juga tidak memberikan hasil gas rumah kaca dan juga limbah ataupun racun yang berlebihan. Energi ini berasal dari energi kinetik yang dikonversi dan hadir dalam bentuk angin. Kemudian angin diolah menjadi bentuk yang lebih bermanfaat atau berguna. Ada dua jenis kincir angin yang umum digunakan saat ini, yaitu berdasarkan arah poros berputar (sumbu): turbin angin horisontal dan turbin angin sumbu vertikal.

1. Blade wind turbine Sumbu Horisontal

Kebanyakan turbin angin yang digunakan saat ini adalah tipe sumbu horisontal. Turbin angin sumbu horisontal memiliki

bilah baling-baling seperti di pesawat. Turbin angin jenis ini memiliki shaft rotor dan generator pada puncak tower dan harus diarahkan ke arah angin bertiup.

2. Turbin Angin Sumbu Vertikal

Jenis turbin angin yang kedua adalah turbin angin poros vertikal. Turbin angin jenis ini memiliki bilah yang memanjang dari atas ke bawah. Turbin angin vertikal biasanya berdiri setinggi 100 meter dengan lebar 50 kaki. Dengan sumbu vertikal, generator dan komponen primer lainnya dapat ditempatkan dengan permukaan tanah, sehingga tentu saja ini dapat mempermudah maintenance lebih mudah. Jika dibandingkan dengan turbin angin poros horizontal, turbin angin ini memiliki kecepatan yang lambat, sehingga energi angin yang tersedia pun lebih rendah.

Data Logger

Data logger (perekam data) adalah sebuah alat elektronik yang mencatat datadari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen didalamnya maupun eksternal sensor dan instrumen. Atau secara singkat data logger adalah alat untuk melakukan data logging. Biasanya ukuran fisiknya kecil, bertenaga baterai, portabel, dan dilengkapi dengan mikroprosesor, memori internal untuk menyimpan data dan sensor. Beberapa *datalogger* diantarmukakan dengan komputer dan menggunakan *software* untuk mengaktifkan *data logger* untuk melihat dan menganalisa data yang terkumpul, sementara yang lain memiliki peralatan antarmuka sendiri (*keypad* dan *LCD*) dan dapat digunakan sebagai perangkat yang berdiri sendiri (*Stand-alone device*). Salah satu keuntungan menggunakan *data logger* adalah kemampuannya secara otomatis mengumpulkan data setiap 24 jam. Setelah diaktifkan, *data logger* digunakan dan ditinggalkan untuk mengukur serta merekam informasi selama periode pemantauan. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang komprehensif tentang kondisi lingkungan yang dipantau.

1. Tegangan

Tegangan yang diukur pada alat monitoring data logger adalah tegangan DC. Tegangan DC merupakan tegangan arus searah. Tegangan arus searah adalah arus listrik yang mengalir pada suatu hantaran yang tegangannya berpotensi tetap dan tidak berubah-ubah. Listrik DC adalah

listrik yang original, artinya listrik dasar yang dapat dihasilkan dari sumber-sumber susunan material alam. Tegangan DC arus listrik ini bergerak dari kutub yang selalu sama, yaitu dari kutub positif ke kutub negative dan polaritas arus ini selalu tetap. Sumber arus searah misalnya aki, baterai, beberapa jenis elemen dan generator searah. Tegangan DC sumber arus ini biasanya ditandai adanya kutub positif dan kutub negatif.

2. Arus listrik

Arus listrik adalah aliran dari muatan listrik dari satu titik ke titik yang lain. Arus listrik terjadi karena adanya media penghantar antara dua titik yang mempunyai beda potensial. Semakin besar beda potensial listrik antara dua titik tersebut maka semakin besar pula arus yang mengalir. Dari aliran arus listrik inilah diperoleh tenaga listrik yang disebut dengan daya. Satuan kuat arus dinyatakan dalam Ampere atau disingkat dengan huruf A besar. Nilai kuat arus sebesar 1 Ampere adalah aliran muatan listrik sejumlah 1 Coloumb dalam waktu 1 detik. Muatan listrik adalah satuan terkecil dari atom. Dalam inti atom terdapat muatan positif yang disebut proton dan muatan netral yang disebut neutron. Sedangkan pada kulit atom terdapat muatan negatif yang disebut elektron. Satuan kuat arus yang lebih besar bisa dinyatakan dalam kiloAmpere disingkat kA ($1\text{kA}=1000\text{A}$) dan untuk satuan yang lebih kecil bisa dinyatakan dalam miliAmpere disingkat mA ($1\text{mA}=1/1000\text{A}$).

3. Daya

Daya listrik merupakan bagian dari besarnya beda potensial, kuat arus, hambatan dan waktu. Satuan daya adalah joule/sekon atau volt \times ampere atau lebih umum disebut watt, karena watt merupakan satuan Sistem Internasional. Oleh karena itu daya dapat dirumuskan dengan rumus yang ditunjukkan pada persamaan 1 :

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Berdasarkan persamaan (1) dapat disimpulkan bahwa daya ini terdapat pada tegangan searah atau bolak-balik. Akan tetapi dari perbedaan tersebut daya pada tegangan DC berbeda dengan tegangan AC. Oleh karena itu rumus yang digunakan untuk menentukan daya pada tegangan DC

ditunjukkan pada persamaan 2, persamaan 3 dan persamaan 4 sebagai berikut :

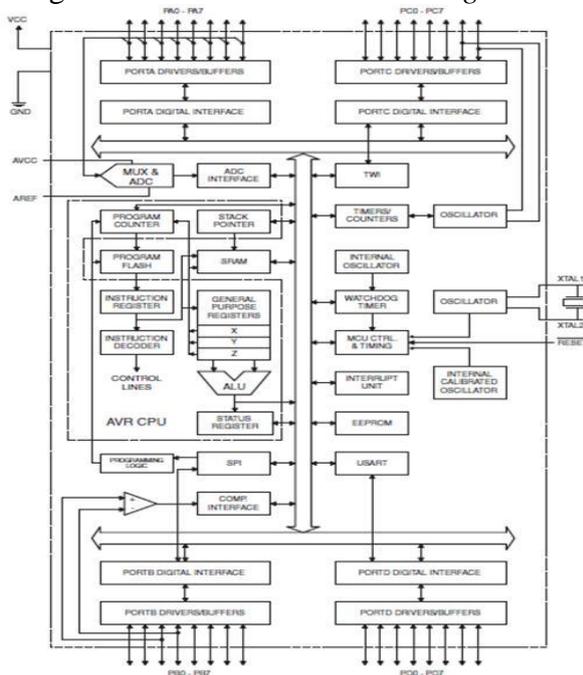
$$P = I^2 R \dots\dots\dots (2)$$

$$P = V^2 R \dots\dots\dots (3)$$

$$P = V \times I \dots\dots\dots (4)$$

ATmega32

Mikrokontroler AVR ATmega32 merupakan CMOS dengan konsumsi dayarendah, mempunyai 8-bit proses data (CPU) berdasarkan arsitektur AVR RISC. Dengan mengeksekusi instruksi dalam satu (siklus) clock tunggal, ATmega32 memiliki kecepatan data rata-rata (*throughputs*) mendekati 1 MIPS per MHz, yang memungkinkan perancang sistem dapat mengoptimalkan konsumsi daya dan kecepatan pemrosesan. Arsitektur AVR ini menggabungkan perintah secara efektif dengan 32 register umum. Semua register tersebut langsung terhubung dengan *Arithmetic Logic Unit (ALU)* yang memungkinkan 2 register terpisah diproses dengan satu perintah tunggal dalam satu *clock cycle*. Hal ini menghasilkan kode yang efektif dan kecepatan prosesnya 10 kali lebih cepat dari pada mikrokontroler CISC biasa. Berikut adalah blok diagram Mikrokontroler AVR ATmega32



Gambar 1. Blok diagram Mikrokontroler AVR ATmega32

Sensor Arus

Modul sensor berfungsi untuk mendeteksi besar arus yang mengalir lewat blok terminal

menggunakan *current sensor chip ACS712-5* yang memanfaatkan efek *Hall*.



Gambar 2. Sensor Arus

Besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 5A di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara *linear* mulai dari 2,5 Volt ($\frac{1}{2} \times VCC$, tegangan catu daya $VCC = 5V$) untuk kondisitidak ada arus hingga 4,5V pada arus sebesar +5A atau 0,5V pada arus sebesar -5A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). Perubahan tingkat tegangan berkorelasi *linear* terhadap besar arus sebesar 400mV/Ampere. Efek *Hall* adalah fenomena fisika dimana aliran listrik / elektron dalam pelat konduktor terpengaruh oleh paparan medan magnet.

Sensor Tegangan (rangkaiian pembagi tegangan)

Voltage Divider atau Pembagi Tegangan adalah suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari Pembagi Tegangan ini di Rangkaian Elektronika adalah untuk membagi Tegangan Input menjadi satu atau beberapa Tegangan Output yang diperlukan oleh Komponen lainnya didalam Rangkaian. Hanya dengan menggunakan dua buah Resistor atau lebih dan Tegangan Input.

LCD

Liquid Cristal Display (LCD) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf atau angka. *Liquid Cristal Display (LCD)* adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*.

Penyearah

1) Dioda

Dioda adalah suatu bahan semikonduktor yang tersusun atas ‘pn junction’, dan didesain sedemikian rupa sehingga mampu menghasilkan arus pada satu arah saja^[13]. Dioda terdiri dari dua kutub, yaitu kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda). Dioda hanya akan menghantarkan arus searah saja, dari kutub anoda ke kutub katoda. Hal ini dikarenakan struktur dioda yang terbuat dari sambungan semikonduktor P dan N.

2) Penyearang (Filter)

Rangkaian filter adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengurangi faktor *ripple* yang terjadi pada suatu rangkaian penyearah^[14]. Penggunaan rangkaian filter ini bertujuan untuk mendapatkan tegangan DC yang rata (*low ripple*) dan mendekati DC murni. Komponen yang digunakan pada rangkaian filter ini adalah kapasitor.

Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf “C” adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Voltage Regulator

Regulator merupakan komponen yang berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai yang diinginkan. Regulator berfungsi untuk mengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Regulator memiliki seri yang berbeda – beda. Seri LM78XX merupakan seri regulator dengan tiga terminal yang menghasilkan tegangan output tetap XX Volt. Susunan kaki IC Regulator yang digunakan pada catu daya.

Baterai

Baterai merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia.

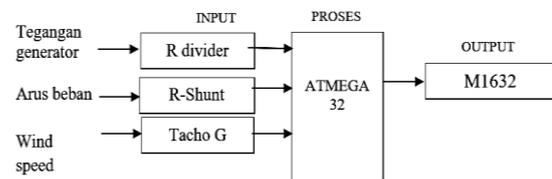
METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancang Bangun. Peralatan dicancang dan dibentuk untuk dilakukan pengujian. Hasil pengujian akan dianalisa lebih lanjut untuk memperoleh kesimpulan. Adapun perancangan yang dilakukan meliputi Perancangan Sistem Hardware dan Software

Perancangan hardware

1. Blok diagram

Blok diagram sistem diperlihatkan pada gambar 3. Diagram menjelaskan konfigurasi sistem yaitu konfigurasi input, proses dan output. Rancangan berupa sebuah sistem pemantau atau monitoring data yaitu data kincir angin sebuah pembangkit listrik tenaga angin. Untuk itu sistem membutuhkan beberapa transduser atau sensor sebagai input misalnya sensor tegangan, sensor arus dan sebagainya . Pada rancangan ini sensor yang digunakan adalah sensor tegangan, sensor arus dan kecepatan angin. Ketiga sensor mengubah besaran yang ada menjadi tegangan analog untuk masukan mikrokontroler atmega 32. Mikrokontroler atmega32 pada rancangan ini bekerja sebagai pengolah data dan mengontrol output.

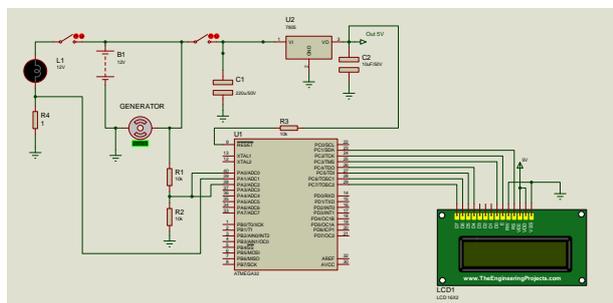


Gambar 3. Blok diagram sistem Arus beban

2. Cara kerja sistem secara keseluruhan

Saat sistem diaktifkan melalui tombol daya. Rangkaian mulai bekerja. Kontroler akan menerima input atau membaca sensor. Sensor memberikan tegangan analog pada masukan analog kemudian diubah menjadi data digital oleh internal ADC. Data hasil konversi yang memiliki range 0 hingga 1023 untuk 10 bit ADC. Merupakan nilai mentah dari sensor. Kontroler kemudian mengkalibrasi nilai tersebut menjadi nilai sebenarnya melalui program yaitu mengalikan nilai data dengan suatu konstanta. Kontroler juga akan menghitung daya yang bekerja dengan mengalikan arus dan tegangan. Proses perhitungan ini juga dilakukan secara software dalam mikrokontroler. Setelah semua data terkalibrasi, data tersebut diberikan pada

output display untuk ditampilkan melalui port C. Proses akan terus berulang dan berkesinambungan selama catu daya aktif.



Gambar 4. Rangkaian keseluruhan sistem monitoring PLTB.

Perancangan perangkat lunak sistem

1. Flowchart

Gambar diagram diatas merupakan diagram alir atau flowchart sistem yang dibuat. Diagram menjelaskan proses aliran kerja program mulai start hingga selesai satu siklus kerja. Saat kontroler diaktifkan program akan mulai bekerja yaitu melalui algoritma yang telah dibuat. Program akan mulai menginisialisasi input output dan menentukan nilai awal sistem. Setelah itu proses dilanjutkan dengan membaca sensor yaitu sensor tegangan, sensor arus dan kecepatan angin. Proses kalibrasi dilakukan terhadap ketiga sensor tersebut. Setelah itu program juga akan mencari daya dengan mengalikan arus dan tegangan yang terbaca. Selanjutnya data dikirim ke display LCD untuk ditampilkan sebagai output.

2. Rancangan program

Program dirancang dengan menggunakan bahasa pemrograman C dengan code vision AVR 3.27. Susunan program sesuai struktur bahasa C standar. Terdapat beberapa modul atau sub program seperti fungsi atau prosedur.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN Hasil Realisasi Prototipe Sistem Monitoring PLTB

Wujud fisik hasil realisasi alat monitoring PLTB berbasis mikrokontroler AVR dapat dilihat pada halaman lampiran. Sesuai dengan perencanaan, mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah Atmega 32 yang berfungsi untuk mengolah sensor dan pengirim data.

Proses Pengujian sistem

Tujuan pengujian dan pengambilan data pada prototipe sistem monitoring PLTB ini adalah untuk mengetahui kemampuan dan unjuk kerja sistem tersebut yang meliputi pengujian per bagian sensor, mikrokontroler, display, pengujian kode program dan pengujian keseluruhan. Hasil pengujian diperlihatkan pada tabel berikut

Tabel 1. Hasil pengukuran manual

Kecepatan angin (m/s)	Tegangan output (V)	Arus output (mA)	Daya output (mW)
0	0	0	0
0,9	1,3	1,31	1,70
1,5	1,9	1,89	3,59
2,7	3,3	3,28	10,82
3,6	3,7	3,72	13,76
4,3	5,5	5,49	30,19
5,7	12,1	12,09	146,28
6,2	14,1	14,11	198,95
7,6	17,5	17,55	307,13
8,0	18,0	18,03	324,54

Tabel 2. Hasil pengukuran alat monitoring

Kecepatan angin (m/s)	Tegangan output (V)	Arus output (mA)	Daya output (mW)
0	0	0	0
0,8	1,4	1,38	1,93
1,6	1,8	1,77	3,19
2,5	3,0	3,11	9,33
3,8	3,9	3,89	15,17
4,2	5,8	5,75	33,35
5,6	12,5	12,53	156,63
6,6	14,7	14,67	215,65
7,5	17,2	17,14	294,81
8,2	18,3	18,20	333,06

Tabel 3. Perhitungan persentase error.

Error Kecepatan angin (%)	V Error (%)	I Error (%)	Error daya (%)
0	0	0	0
11,1	7,7	53,4	13,53

6,7	5,3	6,34	11,14
7,4	9,1	5,18	13,77
5,6	5,4	4,57	10,25
2,3	5,5	4,74	10,47
1,8	3,3	3,64	7,08
6,5	4,3	3,97	8,39
1,3	1,7	1,99	4,01
2,5	1,7	0,94	2,63

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, pengujian, dan pembahasan alat monitoring ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat monitoring parameter sebuah pembangkit listrik tenaga angin dapat direalisasikan dengan komponen elektronik seperti mikrokontroler, sensor tegangan, sensor arus dan display LCD
2. Masing-masing sensor memiliki rata-rata tingkat kesalahan pengukuran misalnya pada pengukuran tegangan oleh sensor tegangan sebesar %, pada pengukuran arus sebesar %,
3. Daya output generator dapat dicari dari hasil perkalian tegangan dan arus beban.
4. Proses kalibrasi sensor arus, sensor tegangan dan kecepatan angin berhasil dilakukan dalam program yang dibuat .
5. Pemrograman bahasa C berhasil direalisasikan dengan bantuan perangkat lunak code vision AVR Versi 3.27 dan berhasil diunggah pada mikrokontroler atmega 32 dengan perangkat usb asp.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Malvino, Hanapi gunawan. “ Prinsip-Prinsip Elektronik”. Edisi kedua Erlangga,1985
- [2] Junedi. Yuliyani Dwe Prabowo. 2018. Project Sistem Kendali Elektronika Berbasis Arduino. Bandar Lampung. Penerbit CV. Anugrah Utama Raharja.[file:///E:/REFERENSI%20YG%20DIBACA%20COCOK/BUKU%20PROJECT%20SISTEM%20KENDALI%20ELEKTRONIK%20BERBASIS%20ARDUINO.%20Dr.%20Junaidi,%20S.Si.,%20M.Sc%](file:///E:/REFERENSI%20YG%20DIBACA%20COCOK/BUKU%20PROJECT%20SISTEM%20KENDALI%20ELEKTRONIK%20BERBASIS%20ARDUINO.%20Dr.%20Junaidi,%20S.Si.,%20M.Sc%20)
- [3] Mochamad Fajar Wicaksono. 2019. Aplikasi Arduino dan Sensor. Bandung. Penerbit. Informatika Bandung.
- [4] Andrianto Heri, 2013, Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega16 Menggunakan Bahasa C. Edisi revisi. Informatika Bandung. Bandung
- [5] Budiharto Widodo dan Firmansya Sigit, 2005, Elektronika Digital dan Mikroprosesor, Penerbit Andy Offset, Yogyakarta.
- [6] Hartono Jogiyanto, 2003, Konsep Dasar Pemrograman Bahasa C, penerbit Andy Offset, Yogyakarta.
- [7] Sumardi, 2013, Mikrokontroler Belajar AVR Mulai dari Nol, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [8] Wardhana, Lingga. 2006. Belajar Mikrokontroler ATmega 8535 Teori dan aplikasi.Edisi I. Penerbit Andy, Yogyakarta