PLAYER KECAPI OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR SERVO BERBASIS RASPBERRY PI

Ayub Subandi[1], Agung Maolana[2]
[1,2] Teknik Komputer Unikom, Bandung
[1]ayub.subandi@email.unikom.ac.id, [2]agunkmaolana@gmail.com

ABSTRAK

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berperan mewujudkan kehidupan masyarakat yang lebih baik. Salah satunya adalah kemajuan teknologi komputer yang telah melekat dalam kehidupan manusia. Berbagai alat praktis telah banyak diciptakan sehingga membantu memudahkan manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Oleh karena itu, penulis mencoba menciptakan sebuah alat kecapi otomatis menggunakan Raspberry Pi. Hal ini bertujuan untuk membuat kecapi otomatis sebagai media hiburan dan secara tidak langsung turut melestarikan alat musik tradisional khususnya alat musik tradisional kecapi. Desain perancangan alat ini dibuat dengan menggunakan Raspberry Pi yang dihubungkan secara serial dengan modul Servo Motor Controller yang akan menggerakan 20 aktuator motor servo. Untuk menjalankan alat ini harus disusun pola petikan kecapi melalui antarmuka berbasis website, kemudian susunan pola petikan kecapi tersebut akan digunakan sebagai input yang kemudian akan dikirim dan dibaca oleh Raspberry Pi ke modul Servo Motor Controller sehingga aktuator akan bergerak bergantian memetik kecapi sesuai data yg dikirim, sehingga akan membentuk suatu permainan melodi lagu kecapi. Selain itu program Python juga berfungsi untuk mengakses audio sebagai simulasi permainan kecapi. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat pemetik kecapi ini dapat menghasilkan permainan melodi lagu kecapi dengan pilihan kecepatan petikan yang dapat disesuaikan tanpa ada kesalahan dalam pembacaan database.

Kata kunci: Seni dan Budaya, Kecapi, Raspberry Pi.

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang kaya akan suku, nilai budaya dan tradisi, sebagai contoh yaitu suku Sunda yang berada di Jawa Barat. Suku Sunda juga memiliki beragam alat musik tradisional yang khas contohnya seperti kecapi. Alat musik tersebut sekarang peminatnya sudah berkurang, alasannya karena sudah banyak bermunculan alat musik modern yang telah menggantikan alat musik tradisional. Masalah lain contohnya kurangnya media pembelajaran alat musik pada kurikulum pelajaran alat musik tradisional kepada anak-anak.

Pada jaman sekarang ini, teknologi komputer semakin berkembang dengan sangat cepat dan semakin canggih. Bahkan sudah memasuki dunia musik sehingga banyak yang memanfaatkan teknologi computer untuk membuat alat otomatis yang dapat di kontrol dengan hanya sebuah komputer dan mikrokontroler, sebagai contoh angklung robot yaitu angklung yang dapat bermain sendiri sehingga pergerakan angklung tersebut akan otomatis bergerak sesuai perintah yang dimasukan pengguna melalui sebuah komputer.

Dari permasalahan yang dikemukakan di atas penulis memiliki gagasan untuk merancang dan membangun "Player Kecapi Otomatis Menggunakan Motor Servo Berbasis Raspberry Pi" yang bisa memainkan suatu alat musik tradisional yaitu kecapi yang memiliki 20 senar yang akan dimainkan secara otomatis berdasarkan input yang dimasukan melalui website dengan menggunakan Raspberry Pi dan modul Servo Motor Controller sebagai perangkat keras yang menjadi sistem utama sehingga dapat menggerakan 20 aktuator yang akan menggerakan senar. menggerakan 20 aktuator yang akan menggerakan dawai.

2. TEORI PENUNJANG

Kacapi Sunda merupakan alat musik Sunda yang sering dimainkan pada acara pernikahan atau sering dijadikan pengiring dalam tembang Sunda *Cianjuran*, biasanya sering dipadukan dengan seruling atau rebab. Membuat kecapi bukan hal yang gampang. Meski sekilas kecapi seperti alat musik sederhana, tetapi untuk membuat kecapi tidak gampang. Untuk bahan baku biasanya terbuat dari kayu *kenanga* yang terlebih dahulu direndam selama tiga bulan. Sedangkan senarnya, kalau ingin menghasilkan nada yang bagus, harus dari kawat *suasa* (logam campuran emas dan tembaga), seperti kecapi yang dibuat tempo dulu. Karena *suasa* saat ini harganya mahal, senar kecapi sekarang lebih menggunakan kawat baja[1].

Raspberry Pi Raspberry Pi merupakan komputer kecil seukuran kartu kredit dengan harga cukup murah yang mampu melakukan berbagai hal seperti personal komputer, misalnya menjelajah internet, memutar video, memproses dokumen, bahkan bermain game. Raspberry Pi dikembangkan oleh The Raspberry Pi Foundation, sebuah organisasi yang berfokus pada pengembangan pendidikan untuk segala umur, terutama di bidang ilmu komputer[13].

Modul USB TTL Serial Converter Modul ini memiliki desain sangat kompak serta mendukung

sekali dengan Arduino, Raspberry Pi, Maupun PC. *Built-in* USB ke RS232. Dirancang untuk digunakan sebagai USB ke TTL dalam proyek elektronik. Modul ini memiliki output antarmuka TTL, mudah untuk menghubungkan ke Rapberry Pi dan dilengkapi status LED. Juga dilengkapi tegangan output ganda 3.3V dan 5V.

Antarmuka adalah metode interaksi grafis antara pengguna dan komputer. Antarmuka menjadi salah satu faktor penting yang berfungsi untuk memudahkan pengguna. Antarmuka menggambarkan informasi dan perintah yang tersedia untuk pengguna menggunakan ikon grafis.

Komunikasi *Serial* adalah Komunikasi *serial* pada tugas akhir ini adalah komunikasi menggunakan protokol UART. Protokol ini dapat digunakan sebagai penghubung antarmuka antara Raspberry Pi dan modul *Servo Motor Controller*. Komunikasi *serial* (UART) menggunakan dua buah jalur sinyal untuk saling berkomunikasi, yaitu jalur sinyal RX yaitu untuk menerima data dan jalur sinyal TX untuk mengirimkan data.

Modul SPC *Servo Motor Controller* adalah *Smart Peripheral Controller* / Servo Motor Kontroller merupakan sebuah modul pengendali motor servo yang mampu digunakan untuk mengendalikan 20 buah motor servo secara serentak maupun sekuensial. Modul ini dilengkapi dengan jalur komunikasi UART RS-232, UART TTL, dan I2C. Servo Motor Kontroller dapat digunakan untuk mengendalikan motor servo standar maupun kontinu serta dilengkapi dengan fasilitas untuk menyimpan sekuen gerakan sehingga sesuai untuk aplikasi-aplikasi robotic atau aplikasi yang menggunakan motor servo lainnya[10].

Pygame Mixer adalah sebuah modul yang sudah tersedia untuk bahasa pemrograman Python yang salah satu fungsi utmanya yaitu untuk mengakses audio.

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang sangat *fleksibel*. Python sangat cocok digunakan untuk pembuatan program yang membutuhkan waktu singkat, karena bahasa pemrograman Python dilengkapi dengan modul dan paket yang mempermudah dalam pembuatan perangkat lunak. Python dikembangkan oleh Guido Van Rossum pada akhir 1989 dan dipublikasikan pada tahun 1991[15].

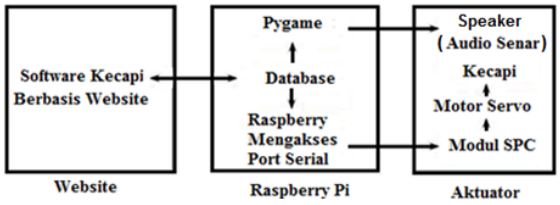
Socket Network digunakan untuk pembuatan aplikasi jaringan, Python menyediakan modul-modul untuk mempermudah pembuat program, sehingga setiap pemrogram lebih memfokuskan diri pada cara kerja dari programnya tersebut[4].

Model Client-Server adalah aplikasi jaringan yang sering dibuat diasumsikan sebagai *client* dan sisi lainnya *server*. Tujuannya adalah agar *server* dapat memberikan layanan terhadap *client*. *Server* dapat dikategorikan dalam dua kelas: *Iterative* atau *Concurrent Server*[4].

Motor Servo Berbeda dengan motor DC dan motor Stepper, motor servo adalah sebuah motor dengan sistem closed feedback di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirimmelalui kaki sinyal dari kabel motor.[16]

3. PERANCANGAN dan ANALISA

Perancangan merupakan proses yang dilakukan untuk merancang keseluruhan sistem yang akan dibuat sesuai dengan spesifikasi sistem dan membuat keputusan tentang bagaimana komponen sistem digunakan. Proses ini menyangkut tujuan sistem tersebut. Perancangan yang baik harus mengetahui bagaimana mendapatkan efek yang dibutuhkan oleh spesifikasi tersebut dengan cara paling *fleksibel*, *efesien* dan *elegan*. Dalam hal ini, sistem yang akan dibuat adalah dengan menggunakan Raspberry Pi, modul *Servo Motor Controller*, Motor Servo dan modul USB TTL *Serial Converter* sedangkan perangkat lunak akan dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python, PHP dan MySQL sebagai *database*.



Gambar 1. Diagram Sistem

Website, merupakan antarmuka tampilan yang dipakai untuk membuat pola petikan kecapi dan juga memiliki perintah untuk menjalankan aktuator.

Raspberry Pi merupakan sistem utama yang digunakan untuk menyimpan file-file diantaranya file *website* (PHP, HTML, CSS), *database* dan program Python, Python sendiri berfungsi untuk mengakses modul *Servo Motor Controller* serta *audio* yaitu dengan menggunakan Pygame Mixer.

Aktuator pada perancangan alat ini terdapat modul Servo Motor Controller, motor servo, kecapi dan speaker. Modul Servo Motor Controller yaitu merupakan sebuah modul pengendali motor servo

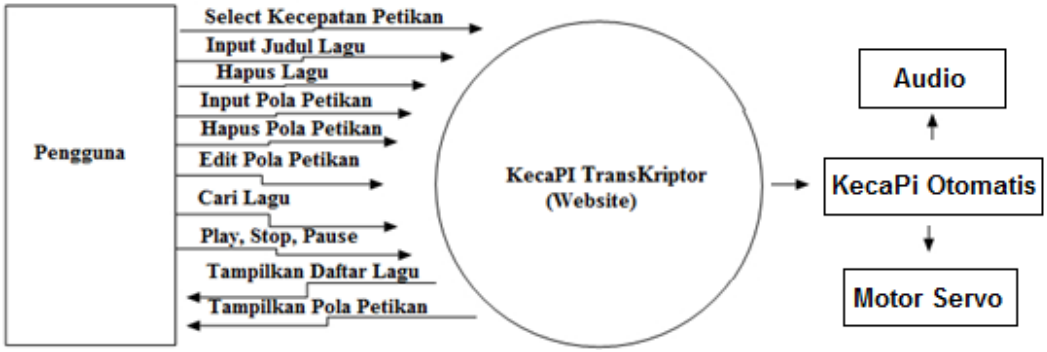
yang mampu digunakan untuk mengendalikan 20 buah motor servo secara serentak maupun sekuensial dan kecapi yang akan menggerakan senar kecapi sedangkan spekaer berfungsi untuk sebagai keluaran lewat suara yang terdiri dari suara senar1.wav sampai senar20.wav.

Perancangan Perangkat Keras pada perancangan hardware ini untuk catu daya menggunakan 3 catu daya. Yang pertama adalah catu daya untuk modul *Servo Motor Controller* yang memiliki tegangan *output* 12 Volt. Yang kedua adalah catu daya untuk Raspberry Pi yang memiliki tegangan *output* 5 Volt dan yang ketiga untuk motor servo yaitu menggunakan catu daya yang memiliki tegangan *output* 5 Volt dan 5 Ampere sehingga cukup untuk menggerakan 20 motor servo.

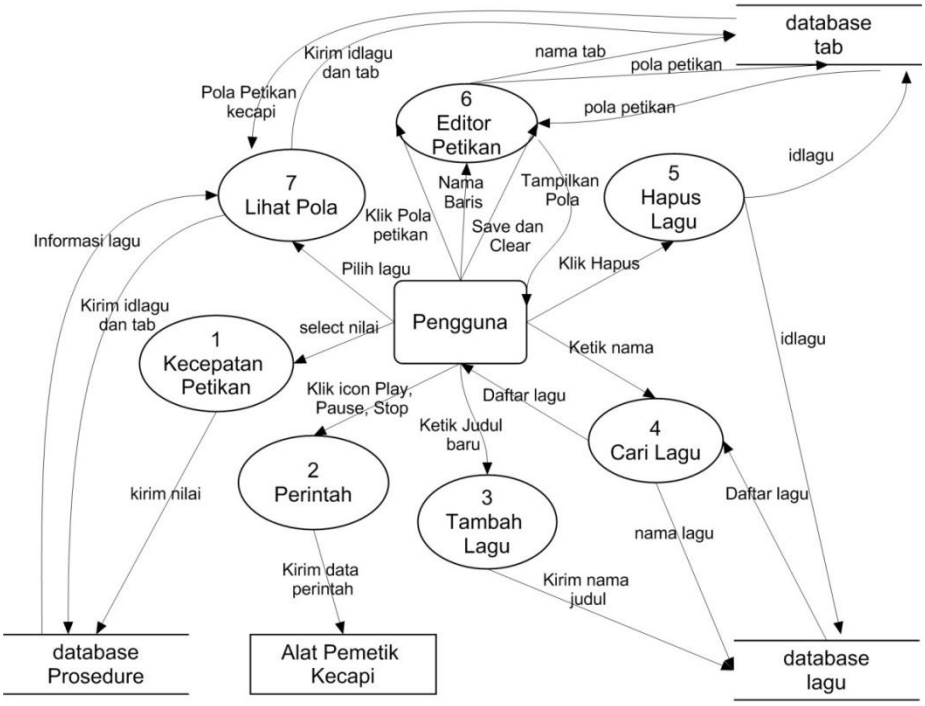
Perancangan Perangkat Lunak perangkat lunak digunakan untuk dapat mengendalikan motor servo dan simulasi *audio* melalui *website*. Tanpa adanya perangkat lunak ini maka pengguna tidak akan dapat bisa merancang petikan kecapi. Perangkat lunak akan dirancang menggunakan PHP, HTML dan CSS yang kemudian akan di koneksikan dengan *database* sebagai media penyimpanan pola petikan.

Perancangan Kecapi TransKriptor

Pada perancangan ini terdapat Diagram Konteks dan Diagram Alir Data digunakan untuk menggambarkan ruang lingkup dalam suatu sistem, dengan tujuan untuk memberi gambaran tentang keseluruhan sistem yang ada. Diagram konteks dirancang dengan memperhatikan masukan yang dibutuhkan dan keluaran yang dihasilkan oleh sistem.



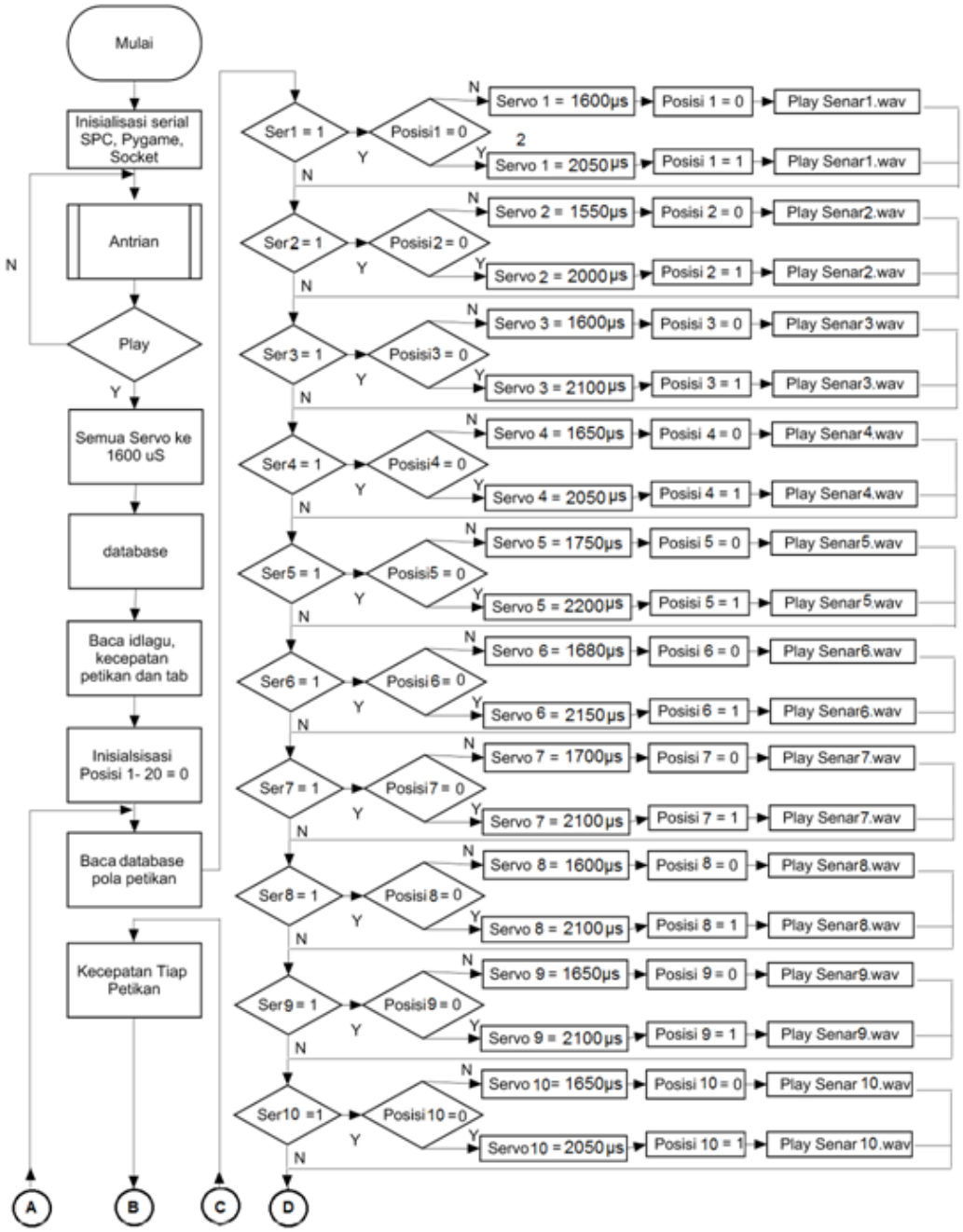
Gambar 3. Diagram konteks



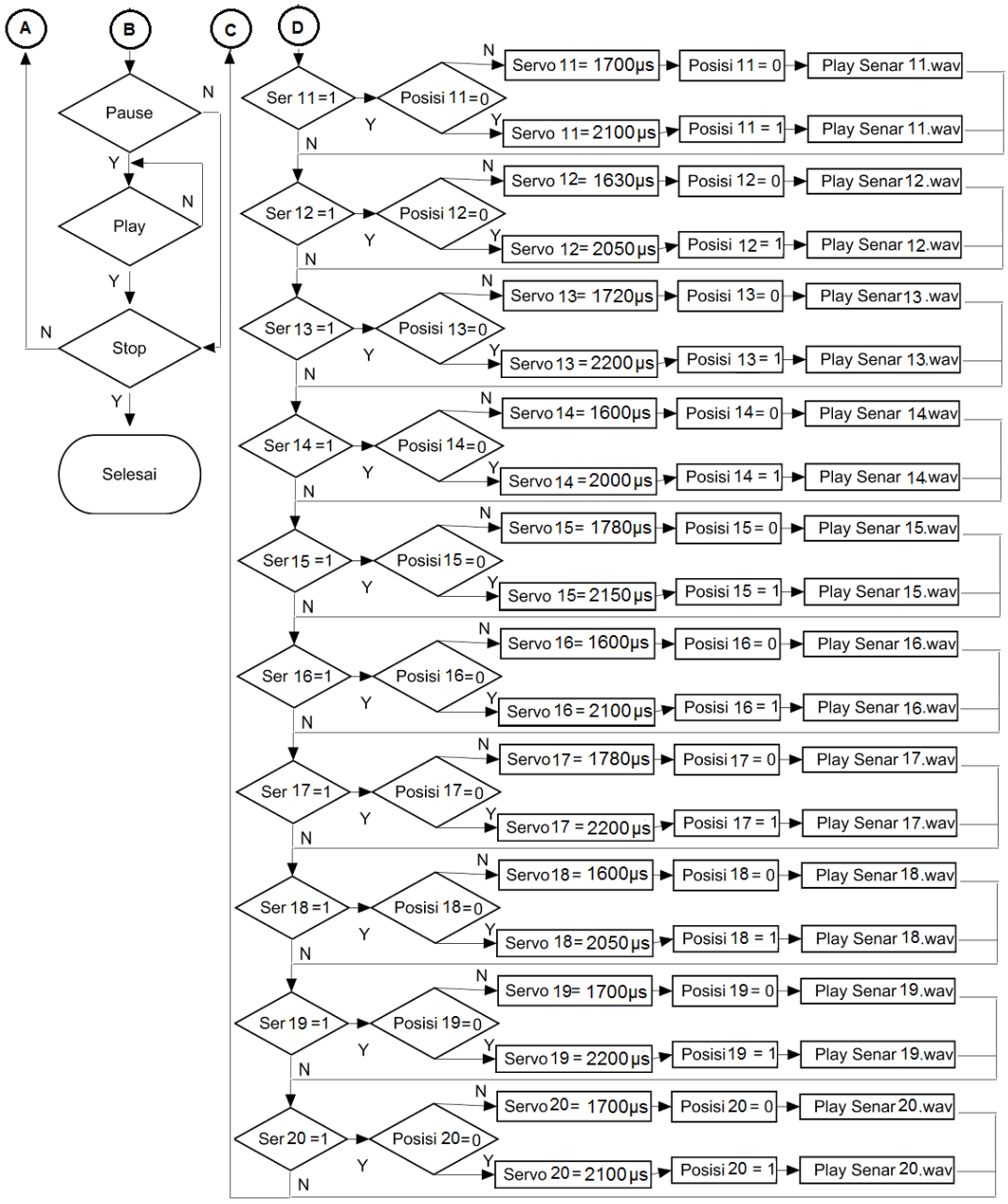
Gambar 4. Diagram Alir Data level-1

Perancangan Kecapi Otomatis

Pada perancangan ini terdapat Diagram Alir untuk KecaPI Otomatis merupakan model dari sistem yang fungsinya menggambarkan pembagian sistem ke modul yang lebih kecil dan akan menggunakan Python. KecaPi Otomatis ini berfungsi sebagai pengggerak motor servo berdasarkan perintah yang dikirim melalui perangkat lunak KecaPi Transkriptor.



Gambar 5. Diagram Alir Kecapi Otomatis



Gambar 6. Diagram Alir Kecapi Otomatis (lanjutan)

Perancangan Database Pada perancangan *database* tersebut diberi nama Kecapi, *database* merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam pembuatan alat pemetik kecapi otomatis ini karena *database* merupakan kumpulan dari beberapa file, dalam hal ini file-file tersebut dikelompokan secara terstruktur dalam beberapa tabel sesuai dengan informasi yang terkandung di dalamnya. Berikut ini rancangan tabel yang penulis gunakan dalam membangun sistem alat pemetik kecapi otomatis ini.

Tabel 1. lagu

No Kolom	Nama Kolom	Tipe Data	Lebar Data
1	idlagu	Int	10
2	namalagu	Varchar	100

Tabel 2. tab

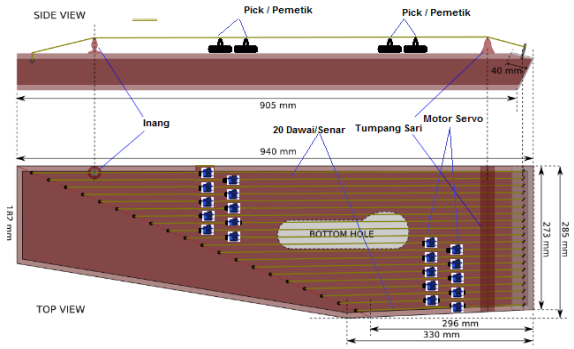
No Kolom	Nama Kolom	Tipe	Lebar Data
1	idlagu	Int	10
2	tab	Varchar	20
3	timeslot	Varchar	5

4	Ser1	Int	1
5	Ser2	Int	1
6	Ser3	Int	1
7	Ser4	Int	1
8	Ser5	Int	1
9	Ser6	Int	1
10	Ser7	Int	1
11	Ser8	Int	1
12	Ser9	Int	1
13	Ser10	Int	1
14	Ser11	Int	1
15	Ser12	Int	1
16	Ser13	Int	1
17	Ser14	Int	1
18	Ser15	Int	1
19	Ser16	Int	1
20	Ser17	Int	1
21	Ser18	Int	1
22	Ser19	Int	1
23	Ser20	Int	1

Tabel 3. prosedure

No Kolom	Nama Kolom	Tipe	Lebar Data
1	idlagu	Int	10
2	kecepatan	Int	3
3	namalagu	Varchar	100
4	tab	Varchar	20

Perancangan Mekanisme Sistem dalam perancangan mekanisme sistem ini hanya terdiri dari satu bagian, yaitu mekanisme untuk *senar* pada kecapi.



Gambar 7. Mekanisme Kecapi

4. HASIL PENGUJIAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya maupun lewat antarmuka *website*, *audio* dan pada waktu alat memainkan kecapi.

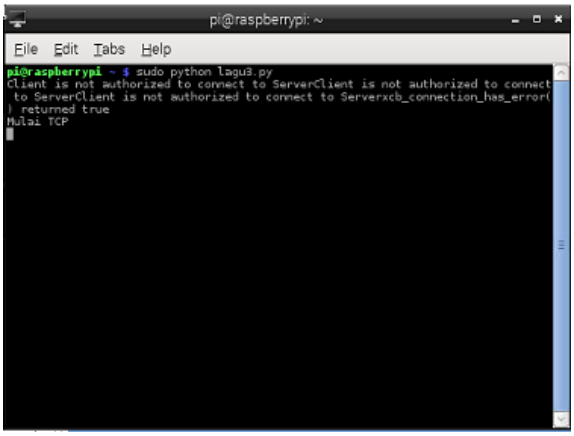
Pengujian Motor Servo

Berdasarkan hasil pengujian motor servo waktu motor servo diberikan *pulsa* sesusai dengan nilai yang di atas didapat sudut sekitar 45 derajat dan untuk cukup untuk memetik kecapi.

Tabel 4. Pengujian Motor Servo Terhadap Sinyal Pulsa

No Ser-vo	Sinyal Pulsa (µs)	Kete-rangan	Sinyal Pulsa (µs)	Kete-rangan
1	1600 ke 2050	Berhasil	2050 ke 1600	Berhasil
2	1550 ke 2000	Berhasil	2000 ke 1550	Berhasil
3	1600 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1600	Berhasil
4	1650 ke 2050	Berhasil	2050 ke 1650	Berhasil
5	1750 ke 2200	Berhasil	2200 ke 1750	Berhasil
6	1680 ke 2150	Berhasil	2150 ke 1680	Berhasil
7	1700 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1700	Berhasil
8	1600 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1600	Berhasil
9	1650 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1650	Berhasil
10	1650 ke 2050	Berhasil	2050 ke 1650	Berhasil
11	1700 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1700	Berhasil
12	1630 ke 2050	Berhasil	2050 ke 1630	Berhasil
13	1720 ke 2200	Berhasil	2200 ke 1720	Berhasil
14	1600 ke 2000	Berhasil	2000 ke 1600	Berhasil
15	1780 ke 2150	Berhasil	2150 ke 1780	Berhasil
16	1600 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1600	Berhasil
17	1780 ke 2200	Berhasil	2200 ke 1780	Berhasil
18	1600 ke 2050	Berhasil	2050 ke 1600	Berhasil
19	1700 ke 2200	Berhasil	2200 ke 1700	Berhasil
20	1700 ke 2100	Berhasil	2100 ke 1700	Berhasil

Pengujian KecaPi Otomatis Program Python yang berfungsi sebagai sistem yang mengendalikan alat ini, program tersebut diakses dengan menggunakan *terminal* Raspberry Pi dengan memasukan *sudo python kecapi.py*.



Gambar 8. Tampilan Awal Program Kecapi.py

Pengujian Antarmuka KecaPi Transkriptor
Untuk antarmuka tampilan *website* dapat diakses dengan memasukan alamat IP Raspberry Pi contohnya 192.162.10.10/index.php. File tersebut dapat dibuka pada *Mozilla Firefox*. merupakan tampilan dari *index.php* yang dibuka di *Mozilla Firefox* pada personal komputer..

Tabel 5. Hasil Pengujian Interface

Proses	Hasil
Tambah Lagu	Berhasil
Hapus Lagu	Berhasil
Kecepatan Petikan	Berhasil
Lihat Pola Petikan	Berhasil
Masukan Tab	Berhasil
Edit Tab	Berhasil
Hapus Tab	Berhasil
Play, Pause, dan Stop	Berhasil

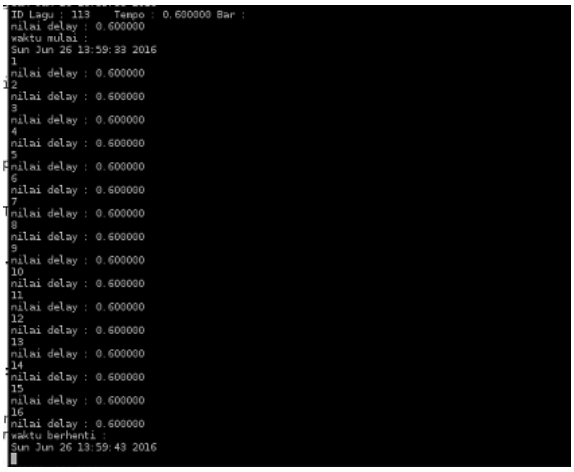
Setelah program Kecapi TransKriptor dan program Kecapi Otomatis berjalan dengan baik, maka tahap selanjutnya yaitu pengujian alat secara keseluruhan.

Pengujian Kecepatan Petikan
Pengujian kecepatan petikan ini tujuannya untuk mengetahui bagaimana motor servo dalam menggerakan senar kecapi dengan cara memetik terus menerus. Karena petikan ini merupakan tujuan yang ingin dicapai.

Tabel 6. Pengujian kecepatan petikan

Jeda Petikan (detik)	Pergerakan Motor Servo
0.01	Sebagian motor servo tidak bergerak dan tidak bisa mencapai sudut 45 derajat
0.05	Semua motor servo bergerak dan bisa mencapai sudut 45 derajat
0.3	Semua motor servo bergerak dan bisa mencapai sudut 45 derajat
1	Semua motor servo bergerak dan bisa mencapai sudut 45 derajat

Pengujian Akurasi Waktu
Pengujian akurasi waktu ini tujuannya untuk mengetahui akurasi pada program Python yang dilakukan dengan cara menampilkan waktu pada program Python ketika alat mulai memainkan kecapi sampai alat berhenti memainkan kecapi.



Gambar 8. Program Python Menampilkan Waktu

Pada pengujian di atas terlihat ada indikator tulisan mulai dan berhenti yang terdiri dari dari jam, menit dan detik, sehingga dapat dihitung selisih antara program mulai sampai program berhenti dengan selisih 10 detik.

Pengujian Perintah Pengiriman Data
Antarmuka *website* sudah bisa melakukan pengiriman perintah data diantaranya data "mulai" "berhenti sementara" dan data "berhenti" dengan memainkan sebuah melodi lagu pada waktu program mulai jalan dan pada waktu program berhenti ketika sedang jalan. Dari percobaan tersebut telah berhasil mengendalikan motor servo dan simulasi lewat *audio*.

Tabel 7 Data Perintah

Data yang dikirim	Keterangan
mulai	Berhasil
berhenti sementara	Berhasil
berhenti	Berhasil

Pengujian Alat Dalam Memainkan Kecapi
Alat ini telah diuji dengan memainkan melodi sebuah lagu dengan beberapa pilihan kecepatan mulai dari 0.2 detik, 0.3 detik, 0.5 detik dan 1 detik. Alat ini memainkan melodi tanpa ada kesalahan petikan, sesuai dengan apa yang diharapkan. Tetapi karena faktor kawat yang dapat memanjang dengan sediri, sehingga menyebabkan petikan tidak begitu bagus.

Pengujian Simulasi Permainan Kecapi
Salah satu keunggulan dari alat ini yaitu dapat mensimulasikan petikan kecapi menggunakan *audio* melalui *jack audio* pada Raspberry Pi dengan menggunakan sebuah *speaker* atau *headset*. *Audio* tersebut merupakan suara dari kecapi yaitu mulai dari *senar1* sampai *senar20* seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 8. Pengujian Permainan Kecapi Dengan Audio

Database	Audio	Keterangan
Ser1 = 1	Senar1.wav	Berhasil
Ser2 = 1	Senar2.wav	Berhasil
Ser3 = 1	Senar3.wav	Berhasil
Ser4 = 1	Senar4.wav	Berhasil
Ser5 = 1	Senar5.wav	Berhasil
Ser6 = 1	Senar6.wav	Berhasil
Ser7 = 1	Senar7.wav	Berhasil
Ser8 = 1	Senar8.wav	Berhasil
Ser9 = 1	Senar9.wav	Berhasil
Ser10 = 1	Senar10.wav	Berhasil
Ser11 = 1	Senar11.wav	Berhasil
Ser12 = 1	Senar12.wav	Berhasil
Ser13 = 1	Senar13.wav	Berhasil
Ser14 = 1	Senar14.wav	Berhasil
Ser15 = 1	Senar15.wav	Berhasil
Ser16 = 1	Senar16.wav	Berhasil
Ser17 = 1	Senar17.wav	Berhasil
Ser18 = 1	Senar18.wav	Berhasil
Ser19 = 1	Senar19.wav	Berhasil
Ser20 = 1	Senar20.wav	Berhasil

Analisa
Berdasarkan data percobaan yang telah dilakukan dari beberapa percobaan dengan yang telah diuji, alat pemetik kecapi otomatis ini mampu memetik dengan baik. Berikut adalah analisa dari percobaan yang dilakukan:

1. Tarif biaya listrik yang dibutuhkan oleh Raspberry Pi lebih ringan karena hanya menggunakan sekitar 3.5 Watt dibandingkan dengan personal komputer *desktop* yang menggunakan 250 Watt. Maka Raspberry Pi dapat menggantikan personal komputer *desktop* untuk server kecapi otomatis ini.
2. Kinerja Raspberry Pi tidak terlalu mempengaruhi kecepatan prosesor dan mengurangi kapasitas memori kecuali apabila pola petikan dari sebuah lagu sangat banyak sehingga pembacaan database sedikit lambat.
3. Perangkat lunak KecaPi TransKriptor berjalan dengan baik terhadap aktuator, sehingga perangkat lunak tersebut dapat memerintahkan pergerakan motor servo dan kecepatan motor servo yang dapat diatur mencapai 0.05 detik untuk satu kali petikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian dan percobaan alat pemetik kecapi otomatis ini maka penulis melampirkan kesimpulan dan saran dari keseluruhan alat yang telah dirancang pada tugas akhir ini:

1. Berdasarkan pengujian pada Tabel IV. 1 bahwa motor servo bekerja dengan baik dan dapat memetik senar secara bolak balik.
2. Kecepatan petikan dipengaruhi dengan nilai kecepatan, apabila kecepatan 0.01 detik atau di bawah nilai tersebut pergerakan motor servo sangat cepat dan tidak bisa mencapai sudut petikan yang diinginkan.
3. Akurasi waktu alat dalam memainkan kecapi sudah sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada Tabel IV.
4. meski memiliki sedikit selisih perbedaan waktu sehinggga tidak bergitu berpengaruh pada kinerja alat Kecapi Otomatis ini.
5. Berdasarkan pengujian Kecapi Otomatis dan Kecapi TransKriptor kedua program tersebut dapat berkomunikasi dengan baik dengan perintah yang dikirimkan.

Adapun saran untuk memperbaiki atau mengembangkan perancangan sistem pada tugas akhir ini, yaitu :

1. Perlu dikembangkan dalam hal memasukan petikan. Untuk kedepannya supaya dapat di masukan lewat mobile phone.
2. Untuk kedepannya website dapat di akses secara online agar semua orang bisa mengedit pola petikan kecapi, kemudian keluaran yang dihasilkan berupa file mp3 yang bisa di unduh.
3. Perlu diperbaiki bentuk mekanisme motor servo sehingga apabila ada senar yang tidak kencang atau terlalau kencang tinggi dan rendahnya pick dapat diatur.
4. Aplikasi pada website harus memiliki fungsi sebagai tuner, sehingga memudahkan penyetelan senar apabila senar kecapi tidak kencang atau putus.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Anonim, *Kacapi*, diakses pada tanggal 20 Juni 2016 dari world wide web : https://id.wikipedia.org/wiki/Kacapi.
[2] Malvino, (2001), *Prinsip – prinsip Elektronik Edisi Kedua*,Erlangga, Jakarta.

[3] Cleevely, D., *Raspberry Pi*, diakses pada tanggal 5 Maret 2015 dari world wide web : www.raspberrypi.org.
[4] Gunawan, R., *Pemrograman Socket dengan Python*, diakses pada tanggal 5 Maret 2015 dari world wide web : http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2009/04/rikih-socket_python.pdf.
[5] Irawan, J.,dan Wardono, A., (2006),*Meningkatkan Kemampuan Jaringan dengan PC Cloning System*, Andi, Yogyakarta.
[6] Madcoms, (2010), *Kupas Tuntas Adobe Dreamweaver CS5 Dengan Pemrograman PHP dan MySQL***,**Andi, Yogyakarta.
[7] Maruch, S dan Maruch, A. 2006. Phyton for Dummies for Dummies, USA.
[8] Richardson, M., dan Wallace, S., (2013), *Getting Started with Raspberry Pi***,** Penerbit O'Reilly Media, Gravenstein Highway North.
[9] Undang, G., (2009), Pituduh Pangajaran Tembang Sunda, Penerbit CV. Siregar Tengah Group, Bandung.
[10] Anonim, SPC Motor Servo Controller, Manual_SPC_Servo_Motor_ Controller .pdf.
[11] Septian, R. F., (2013), *Belajar Pemrograman Python Dasar*, Penerbit POSS – UPI, Bandung.
[12] Kurnia, Asep., (2015), Drum Set Player Otomatis Menggunakan Raspberry Pi, Bandung.
[13] Brock, J. D. et. al., "Changing the world with a Raspberry Pi," Journal of Computing Science in Colleges Vol. 29 Issue 2 (2013, Dec) 151 -153
[14] Anonim, Raspberry Foundation Raspberry Pi 2 Model B, diakses pada tanggal 20 Juni 2016 dari world wide web : https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi - 2 -model -b/:
[15] Anonim, Mikro Servo SG90, diakses pada tanggal 20 Juni 2016 dari world wide web : http://www.micropik.com/PDF/SG90Servo.pdf
[16] Anonim, Motor Servo, diakses pada tanggal 5 Oktober 2015 dari world wide web : http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/motor-servo

.