

PERANCANGAN SIMULASI PERGERAKAN AUTOMATIC CEILING SUSPENSION UNTUK ALAT RONTGEN STASIONER

Dewa Gde Ardha Putra¹, Irawadi Buyung², Sri Lestari³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta

Masuk: 26 September 2016, revisi masuk: 3 Nopember 2016, diterima: 12 Januari 2017

ABSTRACT

Ceiling suspension stand is a method of x-ray tube placement on a stationary x-ray apparatus by hanging on the ceiling of the examination room and can be moved horizontally or vertically using a rail as a track. Simulating the movement of Automatic Ceiling Suspension for Stationary X-ray Equipment was made to produce an automatic movement of the ceiling suspension system used on stationary x-ray apparatus. Simulations created will facilitate x-ray equipment operator when setting the position of the x-ray tube during the examination. Simulations using a dc motor as the prime mover which is divided into horizontal and vertical movement. The movement of the motor is controlled by a microcontroller as a command center in the simulation. The movement generated by the simulation in the form of transfer of the parking position toward the examination table, the parking position to the vertical bucky, a vertical bucky toward the examining table position, and vertical bucky towards the parking position. The test results of simulation created is 8 seconds to move from the parking position to the position of the examination table, 38 seconds to move from the parking position to the vertical bucky.

Keywords : Automatic ceiling suspension, DC motor, Horizontal, X-ray.

INTISARI

Ceiling suspension stand adalah sebuah metode penempatan tabung sinar-x pada alat Rontgen stasioner dengan cara digantung pada langit-langit ruang periksa dan dapat digerakkan secara horisontal maupun vertikal dengan menggunakan sebuah rel sebagai lintasannya. Simulasi pergerakan Automatic Ceiling Suspension untuk Alat Rontgen Stasioner dibuat bertujuan untuk menghasilkan sebuah pergerakan otomatis pada sistem ceiling suspension yang digunakan pada alat Rontgen stasioner. Simulasi yang dibuat akan mempermudah operator alat Rontgen ketika melakukan pengaturan posisi tabung sinar-x saat melakukan pemeriksaan. Simulasi menggunakan motor dc sebagai penggerak utama yang terbagi menjadi gerakan horisontal dan vertikal. Pergerakan motor dikendalikan oleh microcontroller sebagai pusat perintah pada simulasi. Pergerakan yang dihasilkan oleh simulasi berupa perpindahan dari posisi parkir menuju meja periksa, posisi parkir menuju vertikal bucky, vertikal bucky menuju posisi meja periksa, dan vertikal bucky menuju posisi parkir. Hasil pengujian simulasi yang dibuat adalah waktu 8 detik untuk bergerak dari posisi parkir menuju posisi meja periksa, 38 detik untuk bergerak dari posisi parkir menuju vertikal *bucky*.

Kata Kunci: Automatic ceiling suspension, DC motor, Horisontal, Sinar-X.

PENDAHULUAN

Pemeriksaan radiologi atau yang lebih umum dikenal dengan foto Rontgen merupakan salah satu sarana pemeriksaan kesehatan terutama untuk organ dalam tubuh (misalkan tulang). Dimana pemeriksaan ini menggunakan alat Rontgen, baik yang secara konvensional maupun yang digital. Dalam melakukan

pemeriksaan diperlukan beberapa posisi untuk tabung sinar-x. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka diciptakanlah *ceiling suspension stand* atau sebuah metode penempatan tabung sinar-x pada alat Rontgen stasioner dengan cara digantung pada langit-langit ruang periksa dan dapat digerakkan secara horisontal maupun

vertikal dengan menggunakan sebuah rel sebagai lintasannya.

Perancangan pergerakan otomatis pada ceiling suspension ini menghasilkan sebuah pergerakan secara otomatis dari ceiling suspension yang dapat membantu mempermudah kinerja dari operator khususnya untuk alat Rontgen stasioner dalam melakukan perpindahan atau pengaturan posisi tabung sinar-x ketika melakukan pemeriksaan. Pada *ceiling suspension* ini akan diperoleh pergerakan atau perpindahan secara otomatis dimana semua pergerakan digerakkan oleh motor. Pada simulasi ini juga diperoleh beberapa kemudahan untuk operator saat melakukan pengaturan posisi tabung sinar-x karena pada saat melakukan pengaturan, operator hanya perlu memilih posisi pemeriksaan yakni pada meja periksa atau pada *vertical bucky stand* kemudian secara otomatis motor akan menggerakkan tabung sinar-x menuju posisi yang dikehendaki dari posisi parkir atau posisi awal. Pada simulasi ini untuk pengatur jarak fokus atau *film focus distance* telah ditentukan, operator hanya perlu menggeser bucky atau tempat kaset ke arah yang diinginkan, sehingga tabung sinar-x akan bergerak mengikuti gerakan *bucky* secara otomatis. Jika pemeriksaan telah selesai dilakukan, maka tabung akan kembali ke posisi semula yakni posisi parkir.

Alat Rontgen atau alat sinar-x merupakan alat elektromedik di bidang radiografi atau pemeriksaan organ dalam yang menggunakan bantuan dari sinar-x. Hasil alat ini berupa sebuah gambar yang divisualisasikan dalam sebuah film. Di dalam pengoperasian alat sinar-x dibutuhkan beberapa alat bantu yaitu diantaranya *cassete stand* dan meja diagnostik. Pada meja diagnostik digunakan sebagai tempat pasien untuk posisi tidur. Di bawah meja ditempatkan sebuah *bucky* sebagai tempat film, dan dilengkapi dengan moving grid yang dapat digerakkan serta untuk mengeliminasi spektrum sinar-x yang tidak diperlukan (Supriyadi, 2012).

Motor dc digunakan sebagai penggerak utama pada simulasi dimana motor dc (direct current) adalah peralatan elektromagnetik dasar yang akan dibuat

dimana yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik yang desain awalnya diperkenalkan oleh Michael Faraday lebih dari seabad yang lalu. Motor dc dikendalikan dengan menentukan arah dan kecepatan putarnya. Arah putaran motor dc adalah searah dengan arah putaran jarum jam (*Clock Wise/CW*) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*), yang bergantung dari hubungan kutub yang diberikan pada motor dc. Kecepatan putar motor dc diatur dengan besarnya arus yang diberikan (Hidayati, 2006).

Sedangkan motor stepper merupakan penggerak mekanik untuk tabung sinar-x pada simulasi *automatic ceiling suspension*. Dimana motor stepper adalah motor listrik yang mengubah pulsa-pulsa digital yang diberikan padanya menjadi gerak rotasi pada bagian rotornya. Sebuah pulsa digital yang diberikan pada belitan stator akan menyebabkan rotor bergerak sepanjang sudut tertentu (*step angle*). Sebuah pulsa digital pada belitan stator menyebabkan rotor bergerak satu langkah yang panjangnya dinyatakan oleh nilai *step angle*. Untuk memenuhi satu putaran penuh (360°), beberapa pulsa digital harus diberikan pada motor stepper. Dengan demikian motor stepper bergerak langkah demi langkah dengan panjang langkah yang sama. Motor stepper banyak digunakan sebagai aktuator pada berbagai sistem pengaturan seperti pada printer, *disc drive*, *rotary actuator* dan mesin perkakas berbasis kontrol numerik. Berdasarkan prinsip kerjanya, terdapat 2 jenis motor stepper yaitu motor stepper jenis *variable reluctance* dan motor stepper jenis permanent-magnet. Perbedaan mendasar kedua jenis motor stepper tersebut terletak pada adanya magnet permanen yang terpasang aksial pada poros rotor motor stepper jenis permanent-magnet (Anto 2012).

Ceiling suspension merupakan sebuah metode penempatan tabung sinar-x untuk alat Rontgen jenis stasioner. Dimana pada metode ini tabung sinar-x diletakkan dengan cara digantung pada langit-langit ruangan periksa kemudian terdapat empat (4) buah rel sebagai jalur

untuk perpindahan horisontal saat dilakukannya pengaturan posisi (Allengers, 2008). Bentuk dari *ceiling suspension* ditampilkan oleh Gambar 1.



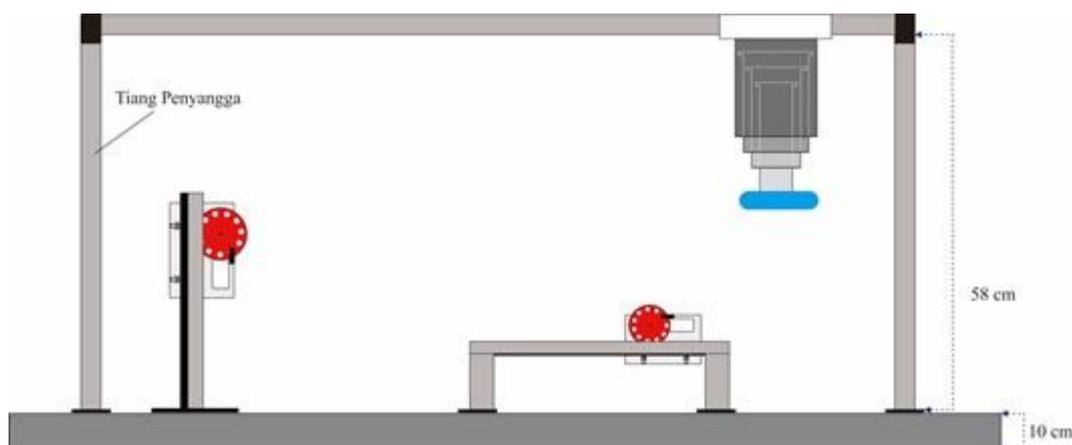
Gambar 1. *Ceiling Suspension* pada alat Rontgen.

Pada simulasi *ceiling suspension* menggunakan dua jenis sensor, yaitu sensor Optocoupler dan limit switch. Sensor Optocoupler merupakan sensor yang berfungsi untuk membaca kecepatan dan menampilkannya kedalam bentuk pulsa digital. Sensor ini terdiri atas dua bagian yakni transmitter berupa LED infra merah sebagai pemancar cahaya dan sebuah phototransistor sebagai *receiver* (penerima) cahaya. *Sensor Limit Switch* merupakan jenis saklar yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi mengganti-

kan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar Push ON yaitu hanya akan terhubung pada saat katupnya ditekan pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan akan memutuskan saat katup tidak ditekan. *Sensor limit switch* sering diaplikasikan untuk memutuskan dan menghubungkan tegangan pada sebuah rangkaian, menghidupkan daya yang besar dengan sarana yang kecil, dan sebagai sensor posisi atau jarak suatu obyek.

Transistor merupakan komponen elektronika yang bersifat semikonduktor, dimana fungsinya sebagai penguat, pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal, dan transistor juga dapat digunakan sebagai kran listrik sehingga dapat mengalirkan tegangan dengan sangat akurat dari sumber tegangan ke rangkaian elektronika berikutnya (Putra, 2014).

Perancangan *automatic ceiling suspension* dilakukan dengan membuat desain prototype menggunakan skala 1:45 dengan alat aslinya. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan bagian-bagian mekanik, rangkaian elektronika dan program untuk mikrokontroler. Hasil dari perancangan simulasi *automatic ceiling suspension* untuk alat Rontgen stasioner ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Simulasi *Automatic Ceiling Suspension*

Pada tahapan Perancangan Perangkat Lunak dilakukan perancangan program atau perintah untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital pada microcontroller ATmega16. Inisialisasi program merupakan sebuah tahapan yang berfungsi untuk mengatur dan me-

ntukan setiap port yang digunakan pada microcontroller agar sesuai dengan yang dibutuhkan. Selain itu isialisasi ini juga digunakan untuk menentukan input dan output pada program yang akan digunakan. I/O diatur sesuai kebutuhan atau sesuai dengan pin yang digunakan

pada microcontroller, seperti port A, port B, port C, dan port D. Pada perancangan simulasi *automatic ceiling suspend* inialisasi yang digunakan sebagai inputan ialah sebagai berikut:

```
DDRA = 0x00000000;  
DDRB = 0b11111100;  
DDRD = 0x11111100;
```

Masukan dilogikakan sebagai 0 dan keluaran dilogikakan sebagai 1 pada pemrograman, inialisasi output yang digunakan yakni seperti berikut:

```
PORTA = 0b00000000;  
PORTB = 0b01111110;  
PORTC = 0b11111111;  
PORTD = 0b11000011;
```

Perancangan perintah atau program pada penampil LCD bertujuan untuk menghasilkan tampilan pada layar LCD sesuai dengan yang diinginkan. Pembuatan program diawali dengan membuat karakter yang akan ditampilkan pada LCD. Kemudian dilanjutkan dengan membuat koding untuk menampilkan karakter yang telah dibuat sebelumnya.

Program tombol berfungsi sebagai perintah atau pilihan pada simulasi *automatic ceiling suspend* dimana pada program yang dibuat terdapat tiga pilihan yakni "*vertical bucky stand*" (V), "*table*" (T), dan "*parkir*" (P). koding yang digunakan sebagai berikut:

```
while(1)  
{  
j=PIND&0b00000100;  
if ((j==0b00000100)&(k1==1))
```

Baris pada koding untuk perintah tombol yang berfungsi sebagai pernyataan perintah inputan diartikan dengan "j=PIND&0b00000100" untuk tombol pertama (V), "j=PIND&0b00001000" untuk tombol kedua (T), dan "j=PIND&0b00010000" untuk tombol ketiga (P). Sedangkan untuk inialisasi dalam koding tombol V diganti dengan k1, tombol T dengan k2, dan tombol P dengan k3.

Pada simulasi yang dibuat terdapat sensor limit switch yang berfungsi untuk memberi sinyal ke microcontroller ketika motor telah pada posisi yang diinginkan. Setiap posisi terdapat dua buah *sensor limit switch*, sensor ini akan mengirimkan perintah ketika tersentuh. Koding yang digunakan untuk menen-

tukan sinyal yang masuk dari sensor limit switch sebagai berikut:

```
j=PINA&0b10000000;  
j=PINA&0b01000000;
```

Angka 1 akan berpindah kebelakang sesuai dengan posisi PIN yang digunakan oleh limit switch dari yang pertama hingga yang ke delapan. Sedangkan untuk memerintahkan program penggerak motor horisontal longitudinal untuk berhenti bekerja atau mengirimkan sinyal ke rangkaian driver motor digunakan koding seperti berikut:

```
if ((j==0)&(onY==1))  
{stop_onY();  
}
```

Dan untuk untuk memerintahkan motor horisontal transversal variable "onY" diganti dengan "onX" sedangkan untuk yang vertikal digunakan variable "onZ".

Sensor Optocoupler akan mengirimkan sinyal ketika pergerakan pada *cassette bucky* dimana sinyal akan masuk ke PINB0 dan PINB1. Sebagai input dirancang koding sebagai berikut:

```
j=PINB&0b00000001;  
j=PINB&0b00000010;
```

Dan untuk eksekusi program digunakan koding seperti berikut:

```
if ((j==0b00000001)&(o1==1))  
{o1=0;  
}  
else if (j==0)  
{o1=1;}
```

Sinyal yang dihasilkan dari program sensor Optocoupler akan digunakan sebagai inputan untuk menggerakkan rangkaian driver motor stepper vertikal dan horisontal longitudinal.

Pada bagian ini program berfungsi sebagai perintah untuk mengaktifkan dan menonaktifkan driver motor DC yakni relay. Koding dibagi menjadi dua yaitu untuk mengaktifkan dan menonaktifkan driver digunakan koding sebagai berikut:

```
PORTD|=0b00000001;  
_delay_ms(1000);  
PORTD&=0b11111110;
```

Delay atau jeda digunakan untuk mengatur lamanya rangkaian driver bekerja.

Untuk menggerakkan motor stepper diperlukan koding yang berpasangan

yakni sebuah koding untuk memutar motor ke kiri dan sebuah koding untuk memutar motor kekanan. Hal ini diperlukan memutar motor tabung ke arah kiri dan ke arah kanan. Untuk memutar motor stepper ke kanan digunakan koding sebagai berikut:

```
PORTB&=0b11100011;
if (mtr1==0)
{mtr1=1; PORTB&=0b10011111;
PORTB|=_putarka[putar];
PORTB&=0b11100011;
PORTB|=0b00001000;
}
```

Sedangkan untuk memutar motor stepper kearah sebaliknya digunakan koding seperti berikut:

```
Else
{mtr1==0; PORTB&=0b10011111;
PORTB|=_putarki[putar];
PORTB&=0b11100011;
PORTB|=0b00001100; putar++;
if (putar==4)
putar=0;
}
```

Kedua koding berjalan atau mengeksekusi bergantian sesuai dengan sinyal dari tombol, dan berhenti berputar ketika sinyal dari *sensor limit switch* terdeteksi.

Untuk menghasilkan pergerakan baik secara horisontal longitudinal, horisontal transversal, dan vertikal digunakan dua koding yakni 1 koding untuk memutar motor dc sesuai dengan arah jarum

jam dan satu koding untuk arah sebaliknya. Untuk memutar motor dc kearah yang searah dengan jarum jam digunakan koding seagai berikut:

```
PORTB|=0b11010011;
_delay_ms(3000);
PORTB|=0b11110011;
_delay_ms(3000);
PORTB|=0b10010111;
_delay_ms(3000);
PORTB|=0b10110111;
_delay_ms(3000);
PORTB|=0b11010111;
_delay_ms(3000);
PORTB|=0b11110111;
_delay_ms(3000);
```

Sedangkan untuk arah yang sebaliknya digunakan koding yang akan memerintahkan driver untuk memutar motor dc ke arah yang berlawanan dengan koding sebagai berikut:

```
PORTB&=0b10000011;
PORTB&=0b10000011;
PORTB&=0b10000011;
PORTB&=0b10000011;
PORTB&=0b10000011;
PORTB&=0b10000011;
```

Semua kerangka program dasar yang telah diuat akan dipanggil ketika penggabungan program untuk simulasi *automatic ceiling suspension*. Semua koding yang diuat akan saling terhubung sebagai I/O untuk menghasilkan gerakan, sinyal, dan tampilan sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 1. Hasil pengujian pergerakan per bagian alat

No	Bagian	Jarak (cm)	Waktu (detik)
1	Horisontal Longitudinal	26	10
2	Horisontal Transversal	18	10
3	Vertikal (Lengan)	15	10
4	Motor Penggerak Bucky Pada Meja Periksa	15	3
5	Motor Penggerak Bucky Pada Vertical Bucky Stand	15	3

Tabel 2. Hasil pengujian waktu simulasi

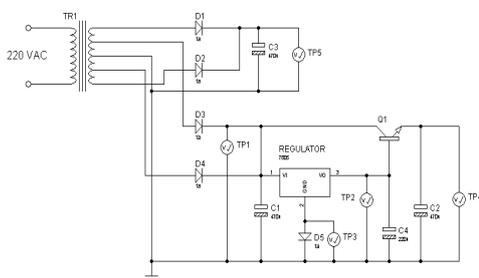
No	Pergerakan	Waktu (detik)
1	Parkir menuju Meja Periksa	8
2	Parkir menuju Vertical Bucky Stand	38
3	Tabung mengikuti Bucky	2

PEMBAHASAN

Pengujian rangkaian dan fungsi dilakukan terhadap alat yang telah diran-

cang. Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk memastikan tegangan keluaran dari rangkaian catu daya sesuai

dengan tegangan yang diinginkan yakni 5 VDC dan 12 VDC, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian rangkaian catu daya

Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur voltmeter pada beberapa titik ukur atau test point (TP) pada rangkaian catu daya. Tegangan keluaran rata-rata pada titik-titik pengukuran seperti pada TP1 yaitu titik pengukuran untuk mengetahui tegangan yang akan menuju ke regulator 7805 dengan tegangan keluaran yang memiliki range antara 7,9 - 8,1V. Pengujian pada TP2 untuk mengetahui besar tegangan keluaran regulator 7805 yang menuju base transistor, tegangan keluaran rata-rata pada TP2 sebesar 5,6V .

Pada TP3 berfungsi untuk mengetahui besaran ground yang masuk ke regulator 7805. Ketika dilakukan pengukuran diperoleh keluaran rata-rata dengan range antara 0,6 - 0,11V. TP4 berfungsi untuk mengetahui tegangan keluaran rangkaian catu daya 5V dengan tegangan keluaran yang diharapkan adalah 5 V, setelah dilakukan pengujian dan analisa data diperoleh tegangan keluaran rata-rata dengan range antara 5,3-5,5V. TP5 berfungsi untuk mengetahui besaran tegangan pada keluaran 12V, dimana tegangan yang diharapkan adalah 12V. Setelah dilakukan pengujian pada TP5 diperoleh tegangan keluaran rata-rata dengan range antara 12,6V sampai dengan 12,8V.

Pengujian fungsi dilakukan dengan mengamati setiap pergerakan dari bagian-bagian yang bergerak dari titik awal hingga titik atau posisi yang ditentukan serta waktu yang diperlukan untuk melakukan perpindahan seperti

pada tabel 1. Selain itu juga dilakukan pengujian untuk mengetahui waktu yang diperlukan ketika simulasi bergerak ke posisi yang telah ditentukan seperti pada tabel 2.

Dalam waktu 10 detik bagian horisontal longitudinal mampu bergerak dari titik awal menuju titik akhir sejauh 26 cm. Bagian horisontal transversal dapat bergerak dari titik awal menuju titik sejauh 18 cm selama 10 detik. bagian vertikal dapat bergerak sejauh 15 cm ke atas dalam waktu 10 detik. Bagian ini juga dapat bergerak sejauh 25 cm ke bawah dalam waktu 10 detik. motor tabung memerlukan waktu 5 detik untuk merubah posisi tabung dari posisi 0° hingga 90° dan waktu 5 detik dari posisi 90° menuju 0°. Diperlukan waktu 3 detik oleh *bucky* agar dapat kembali ke posisi awal dari posisi yang digunakan. Waktu yang dibutuhkan simulasi adalah 8 detik untuk bergerak dari posisi parkir menuju ke posisi meja periksa. bahwa simulasi membutuhkan waktu 38 detik untuk bergerak dari posisi parkir menuju ke posisi vertikal *bucky*. Simulasi membutuhkan waktu 8 detik untuk bergerak dari posisi meja periksa menuju ke posisi parkir. simulasi membutuhkan waktu 38 detik untuk bergerak dari posisi vertikal *bucky* menuju posisi parkir.

Bahwa apabila *bucky* digerakkan ke bawah sejauh 5 cm maka motor vertikal memerlukan waktu 5 detik untuk menurunkan tabung agar sejajar dengan titik tengah *bucky*. Motor penggerak horisontal longitudinal memerlukan waktu 4 detik untuk menggeser tabung agar sejajar dengan *bucky* yang bergerak 5 cm ke kiri.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari perancangan *Automatic Ceiling Suspension* untuk Alat Rontgen Stasioner ialah berdasarkan pengujian pada simulasi yang telah dibuat diperoleh hasil berupa waktu 8 detik untuk bergerak dari posisi parkir menuju posisi meja periksa, 38 detik untuk perpindahan dari posisi parkir menuju vertikal *bucky*. Pergerakan motor horisontal longitudinal, horisontal transversal, dan vertikal berjalan dengan baik. Dibuktikan dari data yang diperoleh

ketika pengujian pergerakan, yaitu pada saat tombol pilihan ditekan tabung sinar-x bergerak menuju titik atau tempat yang dipilih. Sistem mekanik untuk semua pergerakan pada simulasi dirancang dengan menggunakan motor dc sebagai penggerak horisontal longitudinal, horisontal transversal, vertikal, dan motor stepper sebagai penggerak tabung sinar-x.

DAFTAR PUSTAKA

- Allengers, 2008. *Ceiling Suspension Stand Installation Manual*, India: Allengers Medical System LTD.
- Anto, B., 2012. *Pemodelan dan Simulasi Gerakan Rotor Motor Stepper Jenis Variable Reluctance 3-Fasa Berbasis MATLAB, Simulink*, 10(1), pp.17–24.
- Hidayati Qury, 2006. *Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega-8535*. Teknik Elektronika Politeknik Balikpapan
- Putra, R.P., 2014. *Transistor*. Sumber: <http://restupraharaputra.blogspot.co.id/2014/09/transistor.html>. Selasa, 17 Mei 2016, pukul 21:00 WIB.
- Supriyadi, K., 2012. *Teknik Radiologi Dasar*, Universitas Respati Yogyakarta.