

**SISTEM KENDALI EKSPOSUR OTOMATIS GENERATOR
SINAR-X BERBASIS ANDROID UNTUK FOTO THORAX
DENGAN APLIKASI ECORAD**

Tesis S-2

Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik

Pada Program Magister Teknik Elektro



Diajukan oleh :

**Djoko Sukwono
20601700005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2021

TESIS

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

**SISTEM KENDALI EKSPOSUR OTOMATIS GENERATOR
SINAR-X BERBASIS ANDROID UNTUK FOTO THORAX
DENGAN APLIKASI ECORAD**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh

Djoko Sukwono
MTE 20601700005

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Pada tanggal : 5 Juni 2021

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama


Arief Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D
NIDN. 0628097501

Ketua Penguji


Dr. Ir. H. Muhammad Haddin, MT
NIDN. 0618066301

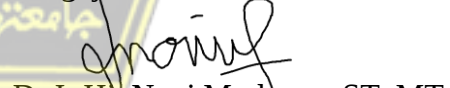
Pembimbing Pendamping


Ir. Suryani Alifah, MT, Ph.D
NIDN: 0625036901

Penguji 1


Dr. Hj. Sri Artini Dwi P, M.Si
NIDN. 0620026501

Penguji 2


Dr. Ir. H. Novi Marlyana, ST, MT
NIDN: 0015117601

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Magister Teknik

Tanggal, 05 Juni 2021

Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro




Arief
Marwanto, ST, M.Eng, Ph.D
NIDN. 0628097501

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama Djoko Sukwono
NIM MTE20601700005
Program studi Magister Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan Tesis yang diajukan kepada Program Studi Magister Teknik Elektro dengan judul :

“ SISTEM KONTROL EKSPOSUR OTOMATIS GENERATOR SINAR-X BERBASIS ANDROID UNTUK FOTO THORAX DENGAN APLIKASI ECORAD “

Adalah hasil karya sendiri, judul tersebut belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar Strata II pada Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) ataupun pada Universitas lain serta belum pernah ditulis maupun diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dan dirujuk dalam daftar pustaka. Tesis ini adalah milik saya, segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tesis ini adalah tanggung jawab saya

Semarang, 27 April 2021

Yang menyatakan,

A 10,000 Rupiah Indonesian banknote is shown with a signature written over it. The signature is in black ink and appears to be 'Djoko Sukwono'. The banknote features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SITERAI' and '10000'.

Djoko Sukwono

MTE20601700005

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahim

Assalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarakatuh.

Segala Puji dan syukur patut kita haturkan kepada zat yang paling sempurna Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berbentuk tesis ini sesuai dengan waktu yang di rencanakan.

Sholawat dan salam senantiasa tidak lupa tercurahkan kepada Nabi Agung Muhammad shallallahu'alaihi Wa Salam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

Penyusunan tesis ini adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Prodi MTE Fakultas Teknologi Industri Universitas Sultan Agung Semarang Program Paska Sarjana dalam kesempatan ini penulis sampaikan rasa hormat dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada yang terhormat:

1. Dr.Ir.Hj. Novi Marlyana,ST,MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang beserta para dosen dan seluruh karyawan / staf pegawai Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti studi.
2. Bapak Arief Marwanto, ST., M.Eng., PhD selaku pembimbing I dan Ibu Ir. Suryani Alifah, MT., PhD selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat dan arahan kepada penulis.
3. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Ibu, Bapak, Istri, dan Anak-anakku yang telah memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Penulis menyadari akan kekurangan dalam tesis ini, untuk itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal shaleh yang senantiasa mendapat balasan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Amin..

Wa'alaikumsalam Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang, 27 April 2021



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
1.6. Keaslian Penelitian.....	3
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori	10
2.2.1. Generator Pesawat Sinar –X single Tank	10
BAB III	23
METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Model Penelitian.....	23
3.2. Peralatan Hardware dan Software	26
3.3. Perancangan Arsitektur Penelitian	26
BAB IV	33
HASIL PEMBAHASAN	33
4.1. Pengujian prototype.....	33
4.2. Pengujian terhadap seluruh system prototype	40
4.3. Pengujian Radiografi.....	43
BAB V.....	46
KESIMPULAN DAN SARAN.....	46

Kesimpulan.....	46
Saran :	46
DAFTAR PUSTAKA	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Generator 1 phase .	9
Gambar 2. 2 Generator single tank siemens	10
Gambar 2. 3 Arduino Nano	18
Gambar 2. 4 skema rangkaian Arduino Nano	17
Gambar 2. 5 konfigurasi pin pada board Arduino Nano.	18
Gambar 3. 1 Flowchart Model Penelitian	24
Gambar 3. 2 Desain Penelitian	25
Gambar 3. 3 Model Penelitian	27
Gambar 3. 4 Rangkaian Model Penelitian	28
Gambar 3. 5 Model Perancangan Pesawat Sinar-X untuk Thorax Foto	29
Gambar 3. 6 Weiring Diagram Control Ecorad	30
Gambar 3. 7 Diagram Alir Program	32
Gambar 4. 1 Rangkaian Swiching Ecorad	35
Gambar 4. 2 Tampilan saat perangkat lunak selesai melakukan Star Up	36
Gambar 4. 3 Pengujian Koneksi Android ke Arduino	37
Gambar 4. 4 Pengujian input ketebalan	37
Gambar 4. 5 Pengujian sambungan Arduino dan android	38
Gambar 4. 6 Pengujian perangkat lunak saat koneksi sudah berhasil	38
Gambar 4. 7 Pengujian Ketika Tombol Hitung ditekan	39
Gambar 4. 8 Pengujian Ketika Tombol X-ray ditekan	39
Gambar 4. 9 Hasil Rancangan Pesawat secara keseluruhan	40
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Pemeriksaan Foto Thorax	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Judul, Metode, Perbedaan Hasil Penelitian	6
Tabel 2. 2 Tabel Konversi Poin Eksposi	12
Tabel 2. 3 Tingkat Panduan Dosis Radiodiagnostik	16
Tabel 4. 1 Pengujian Catu Daya	34
Tabel 4. 2 Pengujian Kinerja Board Switching Ecorad.....	35
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi tegangan tube (kV)	41
Tabel 4. 4 Pengujian HVL.....	42
Tabel 4. 5 Pengujian Linieritas.....	42
Tabel 4. 6 Tabel hasil pengujian Reproduksiabilitas	43
Tabel 4. 7 Tabel Hasil Radiografi Thorax.....	44



ABSTRAK

Pembuatan Pesawat sinar-X mempunyai beberapa teknik, dari sistem manual, sistem Program Anatomi, sistem *Automatic exposure control (AEC)*. Sistem kendali dari masing-masing teknik mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Sistem kendali yang dipasarkan pada saat ini belum menggunakan teknik otomatisasi faktor eksposi untuk mendapatkan akurasi keberhasilan hasil Radiografi, kecuali menggunakan teknik *AEC* dengan detektor sebagai pembatas waktu eksposi atau penyinarannya. Kelemahan *AEC* ini selain mahal juga kekeliruan penempatan detektor menjadi masalah. Sistem Ecorad merupakan pengembangan otomatisasi faktor eksposi dengan sistem poin Siemens dengan ditemukannya rumus untuk mendapatkan faktor eksposi.

Penelitian ini membahas tentang sistem kendali faktor eksposi Ecorad pada pesawat sinar-X untuk foto paru paru atau thorax dengan menggunakan Metode kV tunggal. Pembuatan sistem Kendali ini melalui proses dari pembuatan perangkat keras sebagai penopang generator dan pergerakannya. Pembuatan perangkat lunak baik untuk android maupun untuk Arduino Nanonya. Generator yg digunakan pada penelitian ini adalah generator *single tank low frequensi*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Prototipe Pesawat sinar-X kV tunggal dengan menggunakan Formulasi sistem Ecorad. Setelah dilakukan pengujian didapat hasil, Tegangan yang dihasilkan 70 kV simpangan tertinggi 2,86 %, nilai HVL 2,3 mmAl. Linieritas 0.064 dan nilai Reprodusibilitas untuk kV sebesar CV 0,016, untuk dosis sebesar 0,01 dan untuk waktu penyinaran sebesar 0,03. *Index Exposure* yang dihasilkan antara 1000 sd 1500.

Kata kunci : sistem kendali otomatis eksposur, generator sinar-x, android, Ecorad.

ABSTRACT

Making X-ray aircraft has several techniques, from manual systems, Anatomy Program systems, Automatic exposure control (AEC) systems. The control system of each technique has its advantages and disadvantages. Control systems marketed at this time have not used the exposure factor automation technique to obtain the accuracy of radiographic results, except using the AEC technique with a detector as a time limit for exposure or irradiation. The weakness of AEC is that apart from being expensive, placement is also a problem. The Ecorad system is an automated development of the exposure factor using the Siemens point system with the discovery of the formula for obtaining the exposure factor.

This study discusses the Ecorad exposure factor control system on an X-ray machine for lung or chest radiography using the single kV method. The manufacture of this control system is through the process of making hardware as a support for the generator and its movement. Software development for both Android and Arduino Nano. The generator used in this study is a single tank low frequency generator.

The results of this study indicate that a single kV X-ray Prototype using the Ecorad system formulation. After testing the results, the resulting connection is 70 kV, the highest deviation is 2.86%, the HVL value is 2.3 mmAl. The linearity is 0.064 and the reproducibility value for kV is 0.016 for CV, 0.01 for dose and 0.03 for irradiation time. The resulting Exposure Index is between 1000 and 1500.

Keywords: automatic exposure control system, x-ray generator, android, Ecorad.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan pada pembuatan Pesawat Sinar-X terletak pada sistem rangkaian hubung singkat dengan tegangan operasi yang mencapai 100 kilovolt. Akibatnya Pesawat sinar-X sering mengalami *over rating* yang berakibat kerusakan baik pada sistem kendali dan generator sinar-X yang meliputi trafo tegangan tinggi, dioda penyearah, trafo filamen, *insert tube* maupun oli. Saat ini fasilitas pengaturan waktu eksposi pada kendali pesawat sinar-X masih manual dengan waktu eksposi mencapai maksimal 3 detik dan 6 detik sehingga mengakibatkan operator bisa melakukan pembebanan pesawat sinar-X yg jauh lebih besar dari *rating tube* yang akan berakibat pada kerusakan [1].

Solusi dari permasalahan ini diperlukan sebuah sistem kendali yang mempunyai teknik pengaturan faktor eksposi otomatis yang tepat untuk sebuah pemotretan thorax atau paru. Peralatan saat ini digunakan dikalangan medis untuk menegakkan diagnostik maupun untuk *screening* dalam rangka memantau kesehatan para karyawan pada sebuah perusahaan yang memperkerjakan dengan resiko kesehatan yang tinggi [2]. Pemeriksaan yang sering dilakukan untuk medical check up adalah pemotretan foto thorax atau foto dada . Ecoradiasi adalah sebuah sistem yang mampu membatasi rentang dosis yang digunakan untuk pemeriksaan radiologi lebih kecil. Ecoradiasi sudah dimulai sejak tahun 1950, akan tetapi sampai saat ini kendali pesawat sinar x yang menggunakan metode ecoradiasi masih menggunakan detektor untuk membatasi dosis keluaran dengan cara apabila detektor telah mencapai dosis tertentu secara teori sebesar 1 mR dengan *speed reseptor* 400 maka generator pesawat Sinar-X akan mati secara otomatis, tetapi sistem ini seringkali tidak digunakan disebabkan pengetahuan dan penempatan detektor yang dapat menjadikan resiko kegagalan foto [3].

Berdasarkan data yang diperoleh dilapangan bahwa terjadinya *reject* atau penolakan film sebesar 60 % disebabkan karena kesalahan memilih faktor eksposi yg terdiri dari tegangan tinggi atau kV dan miliampersecon atau mAs pada tabung

sinar-X. Kendali pesawat sinar-X secara umum tidak memiliki panduan faktor eksposi yg baku sehingga operator hanya menggunakan perkiraan sebagai hasil dari pemeriksaan sebelumnya. Dengan terjadinya pengulangan foto maka dosis yang diterima pasien akan semakin bertambah, dan juga hal ini menjadikan biaya yang dikeluarkan semakin banyak. Berdasar latarbelakang diatas maka penelitian ini berjudul Sistem Kendali Eksposur Otomatis Generator Sinar-X Berbasis Android untuk Foto Thorax dengan Aplikasi Ecorad.

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini antara lain :

- a. Bagaimana membuat system kendali otomatis eksposur generator sinar-X dengan berbasis android dengan aplikasi Ecorad.
- b. Bagaimana hasil uji kesesuaian alat hasil rancangan.
- c. Bagaiman *Index Exposure* hasil Radiografi.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini adalah :

- a. Tabung yg digunakan dengan generator *single tank*.
- b. Penggunaan pada kV tunggal untuk pemeriksaan thorax umum.
- c. Perhitungan dosis hanya untuk pemeriksaan thorax untuk keperluan *medical check up*.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

- a. Membuat dan mengembangkan Prototipe kontrol otomatis eksposi Pesawat sinar-X kV tunggal untuk pemeriksaan thorax foto berbasis android.
- b. Prototipe mempunyai hasil akurasi kV, linieritas dan Reproduksi yang sesuai dengan peraturan Badan Pengawas Nuklir .
- c. Kontrol Ecorad mampu melakukan perhitungan mAs yang dibutuhkan dan estimasi dosis yg diterima obyek.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu :

- a. Dapat dibuat sebuah pesawat sinar-X dengan eksposur otomatis khusus untuk *Medical Chek up* paru-paru atau thorax, dengan diterapkannya sebuah perhitungan matematis penentuan faktor eksposi dalam pembuatan *software* untuk sistem kontrolnya sehingga dapat membantu radiografer dalam menentukan faktor penyinaran, diharapkan kualitas radiograf yang dihasilkan lebih optimal
- b. Dapat mengurangi dosis radiasi pada pasien dan lebih lebih lagi untuk pekerja radiasi dari kesalahan pembuatan faktor eksposi.

1.6. Keaslian Penelitian

Penelitian dan studi telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya tentang pesawat sinar-X, diantaranya sebagai berikut ini.

- a. *Determination of Exposure Factor And Interlock System Base on Fuzzy logic in X-ray Convensional Generator*[2] . Penelitian ini menerangkan bahwa penentuan faktor eksposi untuk thorax foto menggunakan aplikasi logika FUZZY dan interlock sistem generator pembangkit sinar-X. masih dalam tatanan simulasi. Kelebihan penelitian ini terletak pada program otomatisasi faktor eksposi saat diterapkan sebagai sistem kendali. Kekurangannya terletak pada pengambilan standart data faktor eksposi dari hasil Radiografinya, juga diperlukan penelitian semua pemeriksaan radiografi untuk dimasukkan sebagai data base nya.
- b. AT mega328P-based X-Ray Machine Exsposure Time Measurement Device with an Android Interface [4]. Penelitian ini membuat sebuah alat ukur untuk mengetahui berapa waktu penyinaran sinar-x. Kelebihan penelitian ini mampu mengukur berapa lama waktu eksposi dalam millisecon yang terkirim dan tertampil pada android. Kekurangannya terletak pada pengukurannya satu parameter saja, akan lebih efisien jika satu kali eksposi bisa menampilkan hasil pengukuran dengan parameter yang komplet.

- c. *Specialized X-ray Machine For Neonatology* [5]. Penelitian ini membuat Pesawat sinar-X khusus untuk melihat janin dengan menggunakan *X-Ray dose control*. Kelebihan penelitian ini mampu mengendalikan eksposi yang kecil dosisnya dng menggunakan detektor.
- d. *Automatic exposure controlled X-ray* [6] . Penelitian ini membuat sistem kontrol alat sinar x menggunakan detector. Operator cukup menentukan tegangannya (kV) dan mA maka lamanya penyinaran ditentukan oleh dosis yg dicapai oleh detector. Kelebihan dari alat ini mampu membatasi dosis max untuk mendapatkan gambar yg optimum untuk seluruh pemeriksaan. Kelemahanya terletak pada pemilihan penempatan detektor dan kegagalan detektor.
- e. *Study of Control System for x-ray Generator* [7]. Sebuah penelitian sistem kontrol generator sinar-X dng PID. Pada peralatan sinar x untuk pengujian yg non destruktif. Penelitian ini memanfaatkan sinar x untuk pengujian material melalui hasil spektroskopi, dengan membuat kontrol yang sesuai dengan kebutuhan spektroskopi material.
- f. *X-ray machine control with wireless based on mA parameters* [8]. Penelitian ini konsentrasi pada sistem pengaturan mA pada Pesawat sinar x menggunakan sistem nirkabel. Kelemahan penelitian ini masih manual dalam sistem eksposinya. Kelebihannya sudah menggunakan sistem tanpa kabel dan android pada sistem kendalinya.
- g. *Pembuatan sistem Pengendali Parameter Tegangan, Arus,dan Pewaktu pada Pesawat Sinar x Mobile Type IX 7-02 Menggunakan Personal Computer* [9]. Penelitian ini membuat kontrol generator Pesawat sinar=X konvensional secara tampilan menjadi digital. sehingga pembebanan ke generator pembangkit sinar x masih bias over load. Factor eksposi masih konvensional, belum otomatisasi sehingga kurang akurat.

- h. Pengembangan Generator Sinar-X Digital Menggunakan Tabung Konvensional berbasis Mikrokontroler [10]. Penelitian menggunakan kontrol dng microcontroller sebagai tampilannya dan menggunakan Flat Detector untuk system imagingnya, sehingga gambar dapat langsung dilihat. Kelebihannya sudah dilengkapi hasil radiografi dengan flat detektor yg terhubung ke kontrol. Kelemahannya penentuan faktor eksposi masih manual.
- i. Analisis Tegangan Tinggi Pada Pesawat Sinar-X[11]. Penelitian tentang trafo model kaskade sebagai obyek diteliti sehingga mendapatkan perhitungan jumlah lilitan primer dan sekundernya dalam rangka menghasilkan tegangan 40 kV sampai 100 kV.
- j. Analisis Linieritas Keluaran Radiasi Pada X-ray Mobile dengan Menggunakan Piranha [12]. Penelitian ini tentang salah satu parameter uji kesesuaian. ukur Piranha untuk mengetahui tegangan dan dosis yang dihasilkan. Dimana akurasi keluaran kV dengan simpangan 10 % dan kenaikan dosis saat terjadi penambahan kV. Sehingga linierits nya tidak lebih dari 0,05. Kelebihan dapat memberikan informasi kondisi keluaran sinar x dng Phyranha. Kekurangan alat hanya untuk melakukan pengukuran saja .

Penelitian penulis mempunyai perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah membuat kontrol exposure dengan aplikasi sistem Ecorad pada pesawat sinar-X single tank dan single kV dengan menggunakan berbasis android yang terkoneksi lewat bluethoot dengan Arduino uno. Aplikasi yang diinstallkan ke android menggunakan sistem Ecorad. Penulis membuat kontrol pesawat sinar-x untuk keperluan pemeriksaan Thorax saja, dimana pesawat ini banyak digunakan untuk survey kesehatan para pekerja dengan resiko tinggi kelainnan di paru paru. Sistem kontrol yang penulis desain adalah sebuah kontrol otomatis yang mampu menentukan faktor eksposi yang menghasilkan dosis optimum untuk mendapatkan gambar yang diterima oleh Dokter Radiologi. Penentuan faktor eksposi ini menggunakan Rumus Ecorad yang merupakan pengembangan dari Sistem Poin

Siemens. Rumus ini digunakan untuk membuat perangkat lunak sistem kontrol Android dan Arduino nano sebagai mikrokontrolernya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka pada penelitian ini menampilkan beberapa penelitian yang memiliki topik mengenai sistem kontrol faktor eksposi juga tentang jaminan kualitas keluaran sinar-X. Faktor eksposi yang dikontrol meliputi parameter Tegangan tabung dalam kilovolt, parameter mA yaitu arus tabung dalam mA dan waktu penyinaran dalam orde millisecond.

Tinjauan pustaka yang lebih rinci diperlihatkan pada Tabel 2.1 yang menerangkan obyek penelitian dan perbedaan dengan penelitian yang penulis akan lakukan.

Tabel 2. 1 Judul, Metode, Perbedaan Hasil Penelitian.

No	Judul	Metode	Perbedaan
1.	<i>Determination of Exposure Factor And Interlock System Base on Fuzzy logic in X-ray Convensional Generator</i> [1]	Faktor eksposi standart didapat dari Rumah sakit tertentu.pada pasien dengan tinggi 170 cm dan berat 60 kg. membuat microcontroller yg digunakan untuk menjalankan unit generator sinar-X tetapi masih simulasi.	Faktor eksposi standar didapat dari penelitian sehingga mendapatkan formulasi Faktor eksposi untuk Foto Thorax. Formulasi dibuat perangkat lunaknya dan perangkat lunak untuk micro controlernya
2.	AT mega328P-based X-Ray Machine Exsposure Time Measurement Deice with an Android Interface [4]	Pembuatan alat ukur untuk akurasi penyinaran peralatan sinar-X .	Tidak untuk kontrol sinar-X. Penggunaan Android dan microcontroller Arduino digunakan untuk monitoring haasil pengukuran
3.	Specialized X-ray Mechine For Neonatology [5]	Pembuatan Kontrol Pesawat sinar-X khusus untuk janin.	Dengan menggunakan menggunakan Detektor dosimeter untuk menghentikan eksposi sehingga dosis yg mengenai reseptor akan

			tetap dan sangat terkontrol.
4.	<i>Automatic exposure controlled X-ray</i> [6].	Studi tentang kontrol Pesawat sinar-X dalam rangka otomatisasi Faktor eksposi kV ,mA dan s. dengan memanfaatkan detector radiasi sebagai sensornya.	Sudah banyak diproduksi tetapi masih kesulitan dalam pemakaian karena kesalahan pada penempatan detector dan pemilihan parameter yg lain.
5.	<i>Study of Control System for x-ray Generator</i> [7].	Pembuatan Kontrol pengendali generator sinar-X	Menggunakan Metode PID dalam penentuan Faktor eksposinya.
6.	<i>X-ray machine control with wireless based on mA parameters</i> [13]	Pembuatan	Dari hasil penelitian yang saat ini dilakukan, telah dilakukan uji coba
7.	Pengembangan Generator Sinar-X Digital Menggunakan Tabung Konvensional berbasis Mikrokontroler [10]	Pembuatan sistem kontrol digital	Menggunakan Flat detektor untuk penghasil gambar yg terkoneksi dengan sistem kontrolnya
8	Pembuatan sistem Pengendali Parameter Tegangan, Arus,dan Waktu pada Pesawat Sinar x Mobile Type IX 7-02 Menggunakan Personal Computer[9]	Pembuatan sistem kendali	Penelitian ini membuat kendali generator sinar=X konvensional secara tampilan menjadi digital. Factor eksposi masih konvensional, belum otomatisasi
9	Analisis Tegangan Tinggi Pada Pesawat Sinar-X		Penelitian tentang trafo model kaskade sebagai obyek diteliti sehingga mendapatkan perhitungan jumlah lilitan primer dan

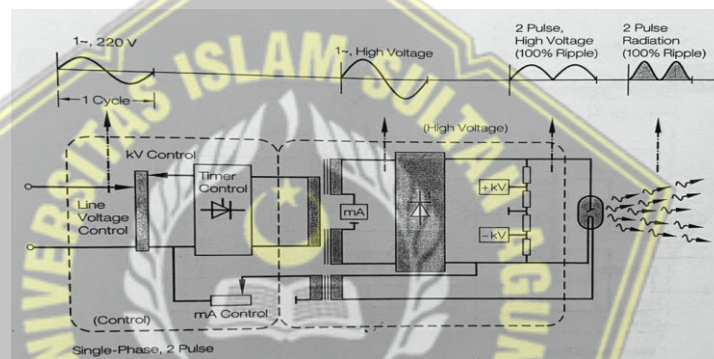
			sekundernya dalam rangka menghasilkan tegangan 40 kV sampai 100 kV [11].
10	Analisis Linieritas Keluaran Radiasi Pada X-ray Mobile dengan Menggunakan Piranha [12]		Penelitian ini tentang salah satu parameter uji kesesuaian. ukur Piranha untuk mengetahui tegangan dan dosis yang dihasilkan. Dimana akurasi keluaran kV dengan simpangan 10 % dan kenaikan dosis saat terjadi penambahan kV. Sehingga linieritasnya tidak lebih dari 0,05. Kelebihan dapat memberikan informasi kondisi keluaran sinar x dengan Piranha. Kekurangan alat hanya untuk melakukan pengukuran saja .

Tinjauan pustaka ini digunakan untuk mendukung penelitian pembuatan kendali generator sinar-x yang akan penulis kerjakan. Kontrol yang penulis pada penelitian ini merupakan sistem kendali otomatis eksposur untuk obyek paru paru atau thorax . Sistem ini otomatisasinya masih membutuhkan input ketebalan dari dada obyek yang akan diukur dari pusat berkas sinar-x dari central poin sampai ke kaset reseptor dalam posisi nempel di dada. Diharapkan dalam penelitian ini setelah diinputkan data ketebalan sistem kendali akan menghitung dan menentukan faktor eksposur secara otomatis. Sehingga sistem kendali ini mirip dengan sistem AEC yang menggunakan Detector sebagai pengganti Timer.

2.2.Landasan Teori

2.2.1. Generator Pesawat Sinar –X single Tank

Generator yang digunakan pada penelitian ini adalah *generator Single tank* dengan sistem satu fase [6], [10], [14], [14], [15]. Generator fase tunggal dengan penyearah gelombang penuh menghasilkan riak tegangan 2 pulse per Hz atau 120 pulse per detik. Ini menghasilkan dua pulse yang dapat digunakan per siklusnya (bentuk gelombang 1ϕ 2P) dengan riak 100 persen. Ini berarti tegangan dalam tabung turun menjadi 0 dua kali per periode atau siklus. Ilustrasikan seluruh perubahan bentuk gelombang diperlihatkan pada Gambar 2.1 [7], [16].



Gambar 2. 1 Generator 1 phase [16].

Generator yang digunakan dalam penelitian ini adalah Generator single tank Siemens dengan kapasitas tegangan kerja Tabung sebesar 70 kV dengan kemampuan Arus Tabung dapat dibebani sebesar 10 mA. Bentuk generator ini diperlihatkan pada Gambar 2.2, [17]–[22].



Gambar 2. 2 Generator single tank siemens [20], [23].

Spesifikasi Generator ini membutuhkan tegangan Input untuk Trafo tegangan tinggi bisa mencapai 250 Volt dengan Kebutuhan arus sebesar 10 A. Spesifikasi ini memungkinkan untuk membebani tabung sinar X mencapai 35 mA pada tegangan 70 kilovolt sebesar 2500 watt. Perangkat sinar-X ini mempunyai berat 12 kg. Desain awal single tank ini oleh Harry F. Waite pada tahun 1919, dari Amerika mendaftarkan paten di A.S., batu fondasi untuk peralatan sinar-X yang benar-benar kompak diletakkan. Ide Waite adalah memasang trafo tegangan tinggi dan tabung sinar-X bersama-sama di dalam rumah proteksi radiasi tunggal untuk menciptakan apa yang dikenal sebagai generator tangki tunggal [3], [23], [24].

2.2.2. Kalkulasi Faktor eksposi sistem Ecorad

Teknik pembuatan faktor eksposi yang dikenal adalah teknik Bit pada Sistem Dupont dan Sistem poin pada siemens. Teknik pembuatan faktor eksposi menggunakan teknik Ecorad adalah merupakan pengembangan dari teknik Sistem Poin Siemens. Pada Teknik sistem Poin siemens untuk mendapatkan data faktor eksposi foto thorax dan melakukan percobaan sehingga didapat gambar terbaik, dari gambar terbaik tersebut didapat jumlah Poin untuk pemotretan thorax dengan menjadikan jumlah poin terbagi dalam parameter faktor eksposi untuk tegangan tabung atau kV dan arus tabung dan waktu penyinaran dalam satuan mAs [2], [25]–[30].

Sistem Ecorad menggunakan tabel dan konversi parameter pada Sistem poin Siemens sebagai data yg dipergunakan untuk mengaplikasikan formulasi faktor eksposi sistem Ecorad. Sistem ini pada awalnya melakukan pemotretan standart poin pada sebuah obyek tulang. Setelah mendapatkan faktor eksposi terbaik pada tulang setebal 1 cm didapat faktor eksposi dengan nilai 8 poin. Sehingga dengan merujuk standart 1 cm obyek tulang sebesar 8 poin maka untuk obyek 2 cm tulang maka diperlukan 8 poin + 1 poin akan mendapatkan nilai 9 poin. Faktor eksposi didapat pada tulang dengan ketebalan 2 cm, dengan merujuk Tabel 2.1. maka didapat faktor eksposi dengan tegangan tabung sebesar 60 kV dan arus x waktu sebesar 0,8 mAs [17], [22], [25], [26], [31]–[38].

Sistem ini merupakan pengembangan dari *Siemens Point System*. Sistem ini mempunyai formulasi untuk melakukan penghitungan factor penyinaran pada foto thorax dengan perhitungan dosis yang mengenai reseptor berkisar antara 0,5 mR s/d 1,5 mR [37], [39]–[41]. Formulasi Ecorad untuk Foto thorax seperti pada persamaan (2.1).

$$TP = DJ + (0,5 \times X_1) + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

TP = Total poin

DJ = konstanta DJ sebesar 7

x_1 = Tebal Thorax AP (jarak yg dilalui Central Poin)

x_2 = Faktor konversi grid (*lysolm* atau *bucky*)

x_3 = Faktor konversi *Intensifying Screen*

x_4 = Faktor konversi Generator

x_5 = Faktor konversi SID (FFD)

x_6 = Speed Reseptor

Total poin yang dihasilkan didistribusikan pada besaran Nilai tegangan atau kV dan ke nilai mAs sebagai parameter faktor eksposi juga dengan mengacu Tabel 2.1.

oleh Jenis Generator sinar-X, Ketebalan obyek, Bahan penyusun obyek, reseptor, FFD, Grid, Filter dll [41], [42].

Tabel 2. 2 Tabel Konversi Poin Eksposi [19], [39], [44], [45].

Poin	Kv	mAs		Poin	kV	mAs
-10		0.1		10	60	10
-9		0.125		11	63	12.5
-8		0.6		12	66	16
-7		0.2		13	70	20
-6		0.25		14	73	25
-5		0.32		15	77	32
-4		0.4		16	81	40
-3		0.5		17	85	50
-2		0.63		18	90	63
-1		0.8		19	96	80
0	40	1		20	102	100
1	41	1.25		21	109	125
2	42	1.6		22	117	160
3	44	2		23	125	200
4	46	2.5		24	133	250
5	48	3.2		25	141	320
6	50	4		26	150	400
7	52	5		27		500
8	55	6.3		28		630
9	57	8		29		800
				30		1000

Sistem Ecorad adalah pengembangan Sistem Poin Siemens yang telah digunakan dari tahun 1957. Pada sistem siemens dalam membuat faktor penyinaran

dengan cara membuat radiografi suatu obyek pada ketebalan tertentu dengan mendapatkan gambar yg optimal. Faktor Penyinaran degan hasil terbaik akan menjadi acuan untuk penentuan faktor penyinaran dengan melakukan perhitungan yang sesuai dengan parameter yang ada di klinik atau rumah sakit tsb dengan menggunakan Tabel (2.1) Poin Siemens [43]–[45].

Sistem Ecorad menggunakan perhitungan matematis yang dasar perhitungannya dengan tabel sistem poin nya Siemens yaitu seperti Persamaan 2.1. Berdasarkan perhitungan Persamaan (2,1) maka bisa dilakukan perhitungan faktor penyinaran pada Thorax dalam rangka Medical Check up. Beberapa parameter sebagai koreksi perhitungan faktor penyinaran ini antara lain [32], [42], [45], [46]:

a. Tulang

Tulang mempunyai angka kerapatan sebesar 1,9 dan nomor atom kira-kira 14,0. Dalam perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin eksposi tulang mempunyai faktor konversi setiap tebal 1 cm sebesar 1 poin.

b. Jaringan Lunak (Tulang Rawan)

Jaringan lunak ini mempunyai angka kerapatan sebesar 1,09 dan nomor atom sebesar kira-kira 13,0 . Dalam perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin ini jaringan lunak mempunyai faktor konversi setiap ketebalan 2 cm sebesar 1 poin.

c. Udara

Udara pada tubuh manusia mempunyai angka kerapatan sebesar 0,00013 dan nomor atom kira-kira sebesar 7,6 . Pada perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin ini udara mempunyai faktor konversi untuk setiap ketebalan 5 cm mewakili 1 poin.

d. Grid

Grid radiasi hambur atau yang sering disebut grid adalah suatu bangunan alat bantu untuk pemeriksaan yang terdiri dari lempengan logam

tipis yang bernomor atom tinggi (biasanya timbal) yang disusun berjajar atau paralel yang satu sama lain dipisahkan oleh bahan penyela atau *interspace material* yang ditembus sinar-X [42], [43], [46], [47].

Jenis-jenis grid :

1. Grid diam (*stationary grid* atau *lysolm*)
2. Grid bergerak (*moving grid* atau *bucky*)

Dalam perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin ini untuk pemotretan tanpa grid mempunyai faktor konversi sebesar 0, grid diam (*lysolm*) mempunyai faktor konversi sebesar 4 poin, sedangkan pada grid bergerak (*moving grid* atau *bucky*) mempunyai faktor konversi sebesar 5 poin.

e. *Intensifying Screen*

Intensifying screen adalah alat yang terbuat dari kardus (*card board*) khusus yang mengandung lapisan tipis emulsi fosfor dengan bahan pengikat yang sesuai [48], [49]. Jenis *Intensifying screen* ada bermacam-macam, antara lain :

1. *Fast screen* dengan *speed* (kecepatan) bernilai 200-1200
2. *Medium screen* dengan *speed* (kecepatan) bernilai 100
3. *Slow screen* dengan *speed* (kecepatan) bernilai 50

Dalam perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin ini, *Intensifying screen* dengan *speed* : 50-200 mewakili 4 poin, 400-600 mewakili 0 poin, 600 keatas mewakili -4 poin [2], [25], [46].

f. Generator

Pada generator rontgen diagnostik dan tabung rontgen terdapat beberapa koreksi yaitu , Generator 12 pulsa mewakili 0 poin, Generator multipulsa mewakili 0 poin dan Generator 6 pulsa mewakili 1 poin [3], [50]–[52].

g. FFD.

SID atau FFD adalah jarak antara sumber sinar atau fokus dengan film. Dalam perhitungan *kuantitas faktor eksposi* pada tabel konversi poin ini, SID atau FFD mempunyai faktor konversi sebesar 0 poin dimulai pada jarak sebesar 105 cm, dimana setiap penambahan jarak 15 cm bernilai 1 poin [22].

Disamping besarnya konversi yang harus kita ketahui, maka dari hasil studi dan penelitian diperlukan konstanta awal untuk dapat melakukan perhitungan ini yaitu Konstanta awal dengan poin sebesar 7. Besaran ini tidak terdapat pada sistem poin yang sesungguhnya. Besarnya ini terbentuk dari hasil uji coba sistem perhitungan ini di laboratorium untuk membantu mahasiswa menentukan faktor eksposi. Hal ini diujicobakan selama 4 tahun sehingga dapat diambil kesimpulan adanya nilai poin awal yang harus ditentukan terlebih dahulu. Yaitu 7 poin sebagai konstanta DJ [53].

2.2.3. Dosis Radiasi

Selain daripada densitas, ketajaman, kontras serta detail maka bagian yang sangat penting harus diingat dalam memilih *kuantitas faktor eksposi* adalah besarnya dosis yang diterima oleh pasien. Jika memungkinkan maka besarnya dosis yang diterima oleh pasien adalah serendah mungkin [17], [37], [40], [54]–[57].

Secara umum dosis yang diterima oleh pasien akan turun apabila digunakan tegangan yang lebih kecil serta jarak antara film dan kulit lebih besar. Pada pesawat rontgen maka besarnya dosis radiasi (eksposure) pada permukaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 [46]:

$$\text{Eksposure} = P \times \frac{V^2 \times A \times t}{d^2} \text{ (mR)} \quad (2.2)$$

Dalam hal ini :

d = Jarak fokus ke film V = Tegangan tabung dalam kV

A = Arus tabung dalam mA t = Waktu penyinaran dalam detik

P = Suatu konstanta yang nilainya 15

Perubahan nilai kuantitas eksposi (eksposure) berbanding lurus dengan perolehan nilai arus apabila faktor yang lain (tegangan dan jarak tetap) [42].

Tabel 2. 3 Tingkat Panduan Dosis Radiodiagnostik [59], [60]

NO	JENIS PEMERIKSAAN	POSISI PEMERIKSAAN	LEVEL DOSIS PERMUKAAN KULIT (mGy)
1.	Lumbal (<i>Lumbal Spine</i>)	AP	2
		Lateral	4,4
		LS	4,4
2.	Abdomen	AP	1,7
3.	Pelvis	AP	1,8
4.	Sendi Panggul (<i>Hip Joint</i>)	AP	0,4
5.	Paru (<i>Chest</i>)	PA	0,4
		Lateral	1,5

2.2.4. MIKROKONTROLER ARDUINO NANO

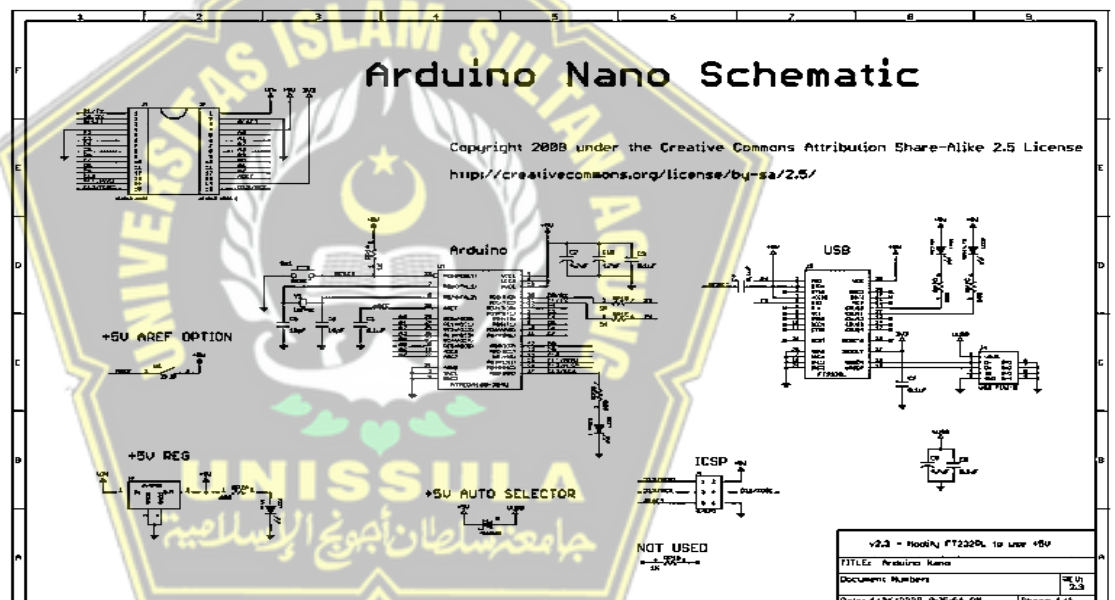
Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroller keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroller Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catudaya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port. Arduino Nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech [58], [59].



Gambar 2. 3 Arduino Nano [61].

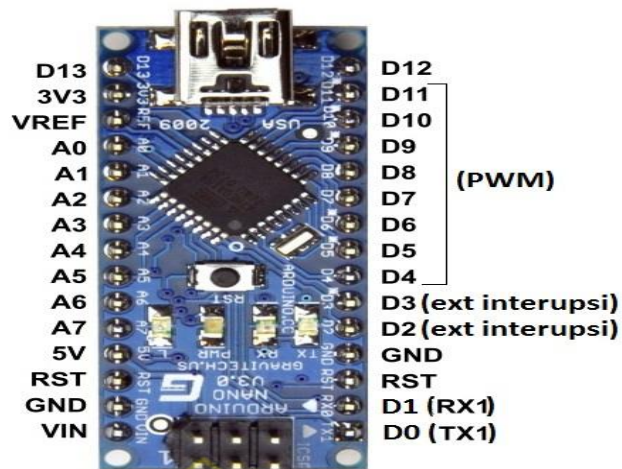
2.2.4.1. Skema dan desain board Arduino Nano

Skema rangkaian Arduino Nano dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 4 skema rangkaian Arduino Nano [61].

Gambar 3 berikut ini menunjukkan lay-out board Arduino Nano serta keterangan pin-pin yang terdapat pada board Arduino Nano.



Gambar 2. 5 konfigurasi pin pada board Arduino Nano [61].

2.2.4.2. Spesifikasi Arduino Nano

Arduino Nano memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Mikrokontroler	:	Atmel ATmega168 untuk Arduino Nano 2.x Atmel ATmega328 untuk Arduino Nano 3.x
Tegangan kerja	:	5 Volt
Tegangan input	:	Optimal : 7 – 12 Volt
Minimum	:	6 Volt
Maksimum	:	20 Volt
Digital pin I/O	:	14 pin yaitu pin D ₀ sampai pin D ₁₃
Dilengkapi dengan 6 pin PWM		
Analog pin	:	8 pin yaitu pin A ₀ sampai pin A ₇
Arus listrik maksimum	:	40 mA
Flash memori	:	32 Mbyte untuk Arduino Nano 3.x 16 Mbyte untuk Arduino Nano 2.x

Besar flash memori ini dikurangi 2 kbyte yang digunakan untuk menyimpan file bootloader.

SRAM	:	1 kbyte (ATmega168) dan 2 kbyte ATmega328)
EEPROM	:	512 byte (ATmega168) dan 1 kbyte (Atmega328)
Kecepatan clock	:	16 MHz
Ukuran board	:	4,5 mm x 18 mm
Berat	:	5 gram

2.2.4.3. Daya

Arduino Nano dapat menggunakan catudaya langsung dari mini-USB port atau menggunakan catudaya luar yang dapat diberikan pada pin30 (+) dan pin29 (-) untuk tegangan kerja 7 – 12 V atau pin 28(+) dan pin 29(-) untuk tegangan 5V [60].

2.2.4.4. Memori

Atmega 168 dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte yang dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. Flash memori ini sudah terpakai 2 kbyte untuk program bootloader sedangkan Atmega328 dilengkapi dengan flash memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk bootloader [58].

Selain dilengkapi dengan flash memori, mikrokontroller ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb [58].

2.2.4.5. Input dan Output

Arduino Nano mempunyai 14 pin digital dapat digunakan sebagai pin input atau output. Pin ini akan mengeluarkan tegangan 5V untuk mode HIGH (logika 1) dan 0V untuk mode LOW (logika 0) jika dikonfigurasi sebagai pin output. Jika dikonfigurasi sebagai pin input, maka ke 14 pin ini dapat menerima tegangan 5V untuk mode HIGH (logika1) dan 0V untuk mode LOW (logika 0). Besar arus listrik yang diijinkan untuk melewati pin digital I/O adalah 40 mA. Pin digital I/O ini juga sudah dilengkapi dengan resistor pull-up sebesar 20-50 kΩ. Ke 14 pin digital I/O ini selain berfungsi sebagai pin I/O juga mempunyai fungsi khusus yaitu [58]:

Pin D₀ dan pin D₁ juga berfungsi sebagai pin TX dan RX untuk komunikasi data serial. Kedua pin ini terhubung langsung ke pin IC FTDI USB-TTL. Pin D₂ dan pin D₃ juga berfungsi sebagai pin untuk interupsi eksternal. Kedua pin ini dapat dikonfigurasi untuk pemicu interupsi dari sumber eksternal. Interupsi dapat terjadi ketika timbul kenaikan atau penurunan tegangan pada pin D₂ atau pin D₃. Pin D₄, pin D₅, pin D₆, pin D₉, pin D₁₀ dan pin D₁₁ dapat digunakan sebagai pin PWM (pulse width modulator). Pin D₁₀, pin D₁₁, pin D₁₂ dan pin D₁₃, ke empat pin ini dapat digunakan untuk komunikasi mode SPI. Pin D₁₃ terhubung ke sebuah LED [58].

Arduino Nano juga dilengkapi dengan 8 buah pin analog, yaitu pin A₀, A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₆ dan A₇. Pin analog ini terhubung ke ADC (analog to digital converter) internal

yang terdapat di dalam mikrokontroller. Pada kondisi awal, pin analog ini dapat mengukur variasi tegangan dari 0V sampai 5 V pada arus searah dengan besar arus maksimum 40 mA. Lebar range ini dapat diubah dengan memberikan sebuah tegangan referensi dari luar melalui pin V_{ref} . Pin analog selain dapat digunakan untuk input data analog, juga dapat digunakan sebagai pin digital I/O, kecuali pin A_6 dan A_7 yang hanya dapat digunakan untuk input data analog saja. Fungsi khusus untuk pin analog antara lain : Pin A_4 untuk pin SDA, pin A_5 untuk pin SCL, pin ini dapat digunakan untuk komunikasi I2C. Pin A_{ref} digunakan sebagai pin tegangan referensi dari luar untuk mengubah range ADC. Pin reset, pin ini digunakan untuk mereset board Arduino Nano, yaitu dengan menghubungkan pin ini ke ground selama beberapa milidetik. Board Arduino Nano selain dapat direset melalui pin reset, juga dapat direset dengan menggunakan tombol reset yang terpasang pada board Arduino Nano [58].

2.2.4.6. Komunikasi

Arduino Nano sudah dilengkapi dengan beberapa fasilitas untuk komunikasi yang dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan komputer (PC atau Laptop), atau dengan board mikrokontroller lainnya. ATmega168 dan ATmega328 dilengkapi dengan komunikasi serial UART TTL (5V), yang terdapat pada pin D_0 dan pin D_1 . Board juga dilengkapi dengan sebuah IC FTDI 232 RL yang dapat dihubungkan langsung ke komputer untuk menghasilkan sebuah virtual com-port pada operating sistem [60].

Software Arduino (sketch) yang digunakan sebagai IDE Arduino juga dilengkapi dengan serial monitor yang memungkinkan programmer untuk menampilkan data serial sederhana yang dapat dikirim atau diterima dari board Arduino Nano. Led RX dan TX yang terpasang pada board Arduino Nano akan berkedip jika terjadi komunikasi data serial antara PC dengan Arduino Nano [61].

Selain dapat berkomunikasi dengan menggunakan data serial melalui virtual com-port, Arduino Nano juga dilengkapi dengan mode komunikasi I2C (TWI) dan SPI untuk komunikasi antar hardware [61].

2.2.4.7. Pemrograman Arduino Nano

Arduino Nano dapat dengan mudah diprogram dengan menggunakan software Arduino (sketch). Pada menu program, pilih tool – board kemudian pilih jenis board yang akan diprogram. Untuk memprogram board Arduino dapat memilih tipe board

Arduino diecimila atau duemilanove atau langsung memilih Nano W/atmega168 atau Nano W/atmega328 [61].

Arduino Nano sudah dilengkapi dengan program boatloader, sehingga programmer dapat langsung meng-up-load kode program langsung ke board Arduino Nano tanpa melalui board perantara atau hardware lain. Komunikasi ini menggunakan protokol STK500 keluaran ATMEL.[60], [61]



BAB III

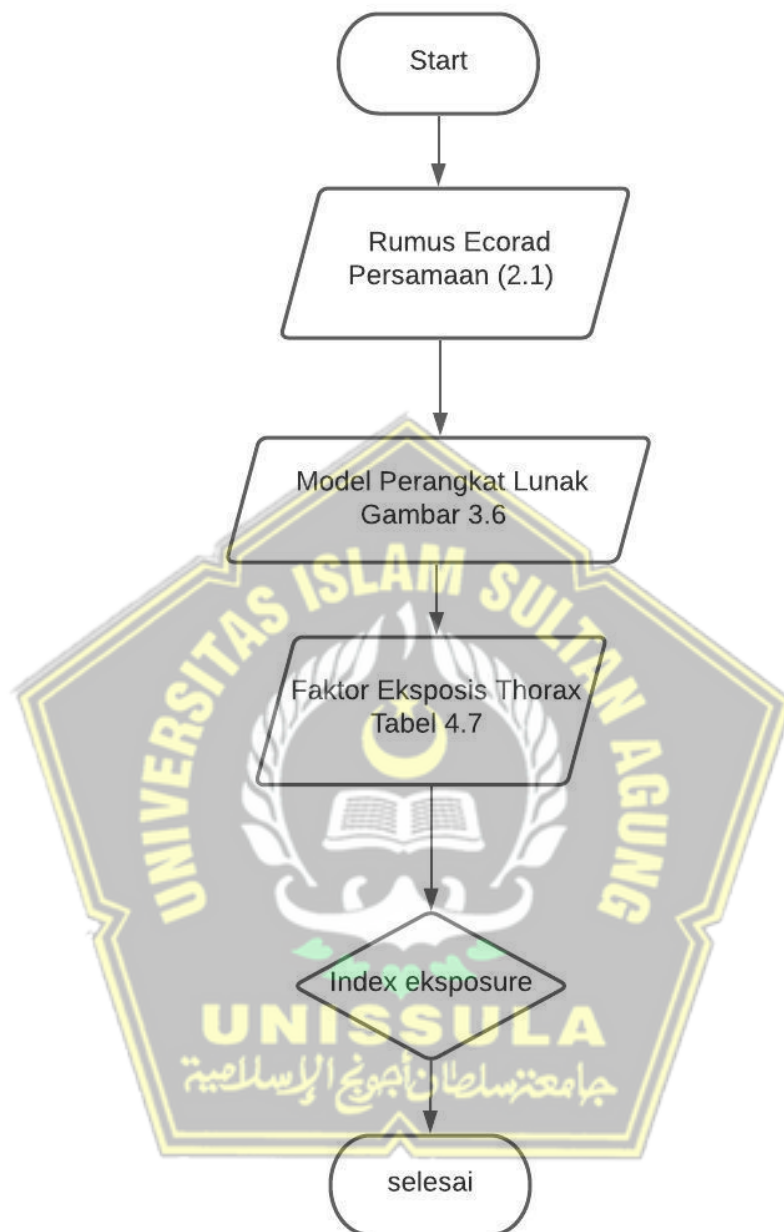
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Model Penelitian

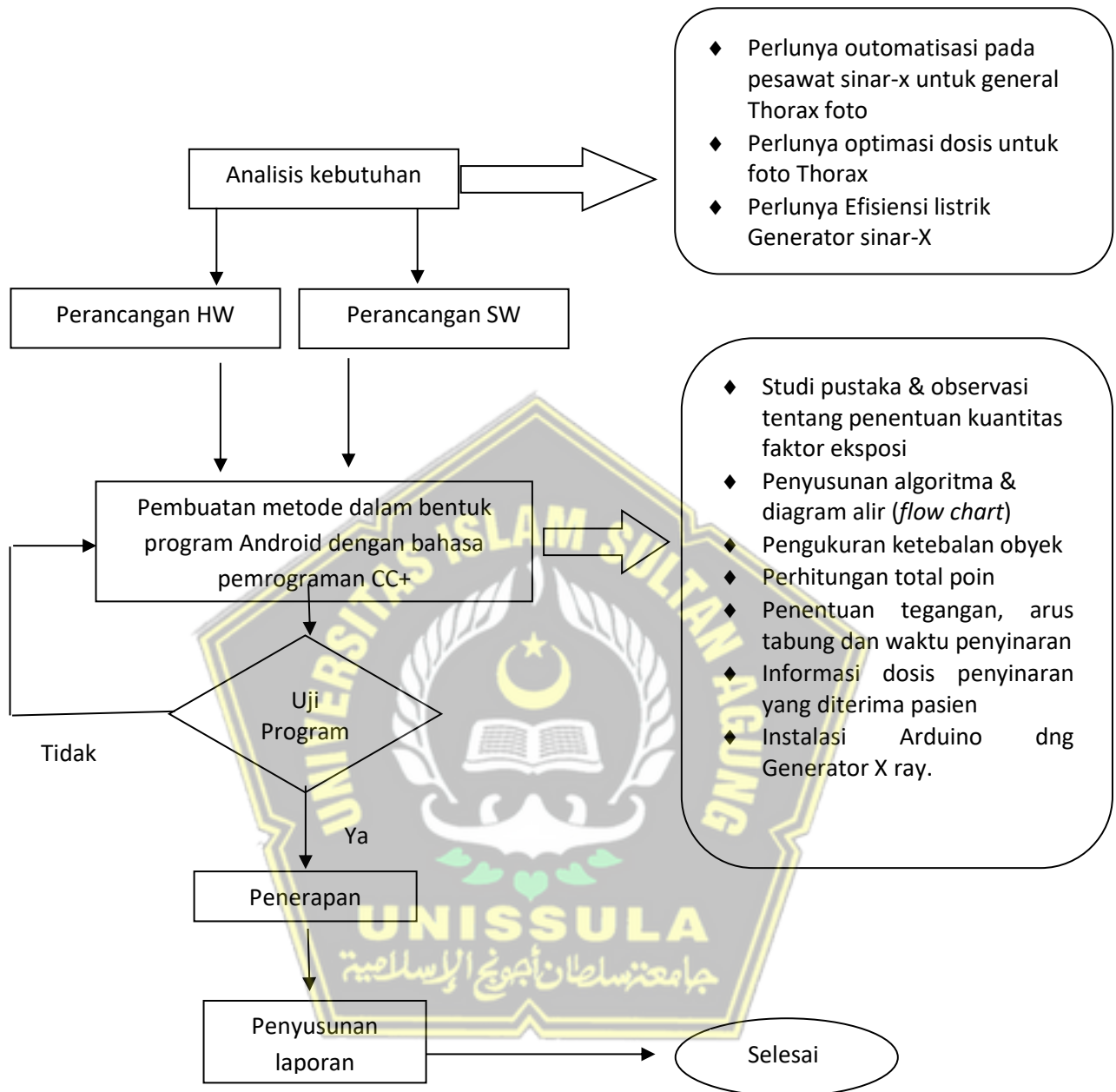
Berdasarkan kondisi penggunaan Pesawat Sinar-X yang semakin banyak, maka dalam rangka ikut menegakkan prinsip ALARA dibuatlah penelitian ini. Tahapan penelitian ini meliputi pengamatan permasalahan , mengumpulkan literature, merancang arsitektur. Permasalah dilapangan menjadi bahan untuk menentukan topic yang akan diangkat yang akan menjadi rumusan masalah pada penelitian ini. Dalam rangka mendapatkan pijakan teori yg kuat, dilakukan literature review yang berisi referensi referensi yang berkaitan dengan topic penelitian. Tahapan berikutnya adalah melakukan perancangan arsitektur untuk membuat model System Kontrol Ecorad Sinar-X untuk Foto Thorax.

Pembuatan Prototype terdiri dari perancangan hardware dan software yang menggunakan permasalahan pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rangkaian swiching Ecorad , Arduino, android dan System Poin Siemens. Khusus untuk software menggunakan Bahasa pemrograman Skrip Untuk diinstal di Arduino dan Bahasa Pemmrograman Java yang akan diinstal di android.

Pengujian Prototype yang terdiri dari pengujian Hardware, Software, pengujian akurasi kV, Reproducivitas, linieritas, dan pengujian hasil Radiografi Thorax akan dilakukan pada penelitian ini sehingga dapat dilakukan evaluasi dan ditarik kesimpulan sebagai hasil akhir. Model penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3. 1 Flowchart Model Penelitian



Gambar 3. 2 Desain Penelitian

3.2. Peralatan Hardware dan Software

Penelitian ini memerlukan bahan dan peralatan yang akan digunakan untuk melakukan perancangan , pegujian, evaluasi dan pembuatan prototype seperti daftar di bawah ini:

a. Hardware yang terdiri dari:

1. Laptop
2. Arduino Nano
3. Swiching Ecorad
4. Bluetooth module HC-05
5. Hanphone Android
6. Power supply
7. Generator single tank
8. Stand Tube.

b. Software yang dibutuhkan:

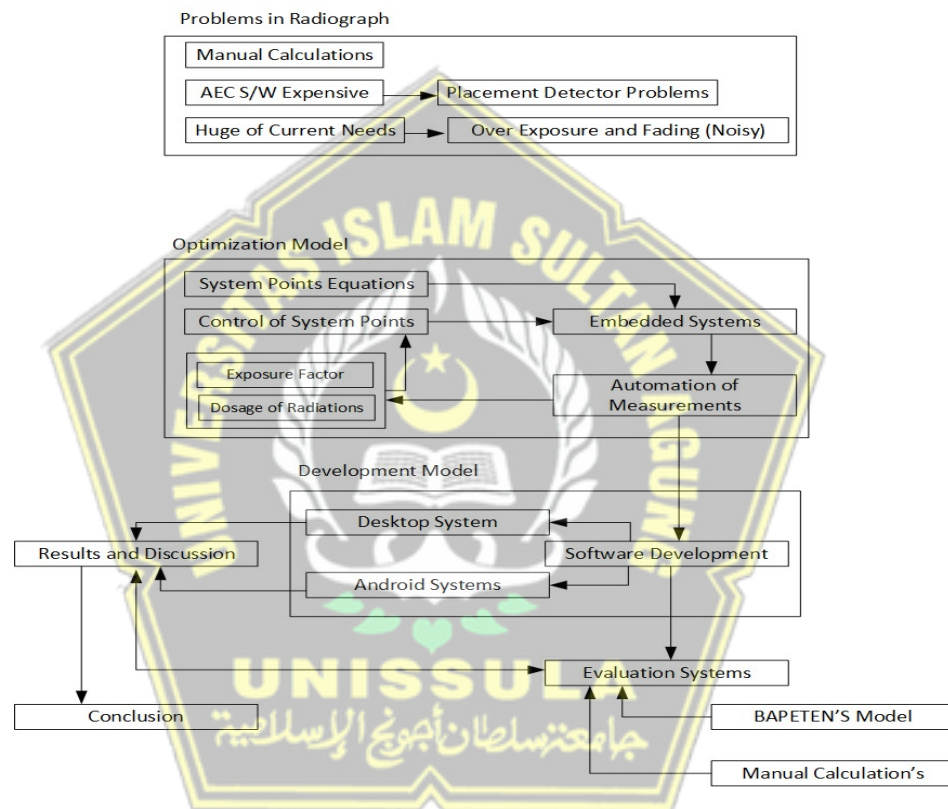
1. Windows 8
2. IDE Aeduino uno
3. Fritzing

3.3. Perancangan Arsitektur Penelitian

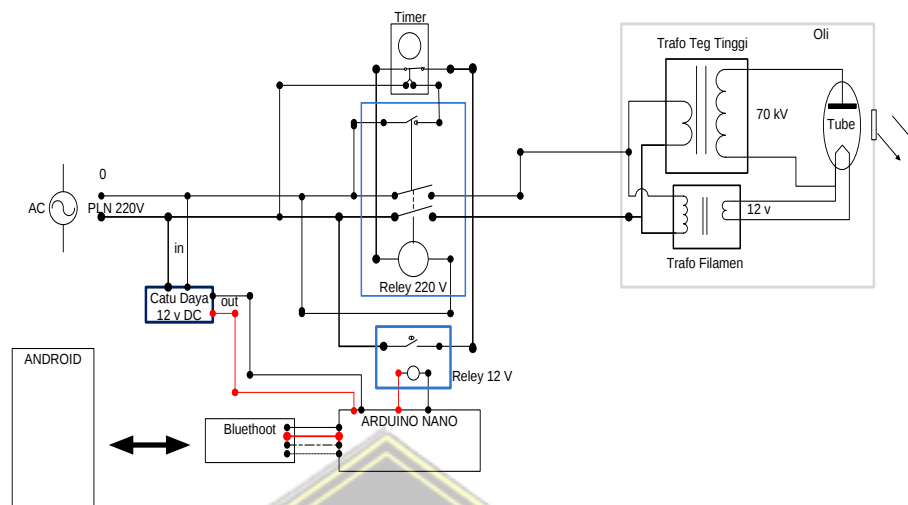
Sistem Kontrol Ecorad sinar-x akan diterapkan pada pembuatan prototype Pesaawat sinar-X untuk Foto Thorax, yang akan memberi dampak akurasi dalam pemberian factor eksposi dimana akan berakibat dosis radiasi yang mengenai reseptor sebesar 0,5 mR sd 1,5 mR yang akan diperlihatkan pada index exposure

pada system Carestrim berkisar di 1500 sd 2000. Dalam Pembuatan prototype alat ini diperlukan pembuatan system model yang ditunjukan pada gambar 3.2.

Sistem model pada gambar 3.2 ini menunjukkan akan dibuat perangkat Pesawat sinar-X dengan tiga komponen utama yaitu Handphone dengan system Android yg akan digunakan sebagai tampilan menu kontrol Pesawat sinar-X . Kontrol yang dilakukan meliputi,



Gambar 3. 3 Model Penelitian



Gambar 3. 4 Rangkaian Model Penelitian

Kontrol tegangan tabung dimana besaran ini akan diatur saat keluaran sinar-X menunjukkan hasil pengukuran. Hasil pengukuran ini akan diinputkan ke system Android. Untuk melakukan inputan kV awal dan Perubahan dilakukan melalui system password.

Kontrol mAs merupakan Tampilan berikutnya, yaitu mAs atau milliamper secon, sebuah besaran yg digunakan untuk pemotretan yang akan berpengaruh terhadap dosis dan tingkat kehitaman hasil radiografinya. Tampilan ini tidak diperlukan inputan karena software akan menghitung dan menentukan sendiri Besarannya.

Kontrol Ketebalan merupakan tampilan menu yang harus diinputkan secara bebas oleh operator berdasarkan Ketebalan Thorax yang sesungguhnya . Ketebalan ini akan mempengaruhi dosis yang akan disinarkan ke obyek agar tercapai gambaran yang optimum untuk sebuah Foto Thorax.

Disamping menu kontrol diatas system Android ini mempunyai menu setting mampu merubah parameter mA agar sesuai dengan hasil pemotretan pada mAs yang ditampilkan.

3.3.1. Model Pesawat Sinar X

Sebelum melakukan Pembuatan Sistem Control Ecorad untuk Pesawat Sinar-X, dilakukan perancangan system kontrol Ecorad seperti terlihat di gambar 3.2. Juga akan dirancang Model Pesawat Sinar-X yg nantinya dapat dipasang di kendaraan yang digunakan untuk pemotretan Thorax ke Instansi instansi yg membutuhkan cek up foto Thorax. Bentuk rancangan diperlihatkan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 5 Model Perancangan Pesawat Sinar-X untuk Thorax Foto.

Pembuatan Prototype Mobil Sinar-X untuk Pemeriksaan Thorax Screening dibuat seperti ukuran sebenarnya dengan memanfaatkan Generator Pesawat Dental x-ray single Tank dengan low frequensi 50 hz kapasitas 10 mA dengan Tegangan Tabung mencapai 70 kV. Sehingga prototype ini akan bisa memberi gambaran yang jelas tentang pemanfaatan sinar x yang optimal. Protetape ini juga bisa diujikan untuk pemeriksaan radiologi Thorax dng kasus MCU .

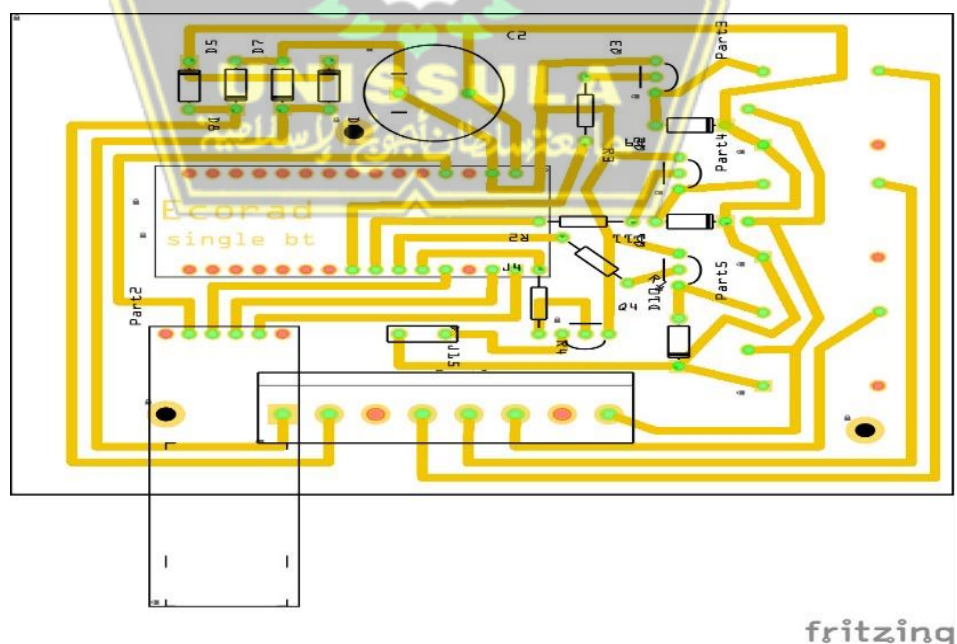
Pembuatan Stand untuk penempatan dan pergerakan naik turun menggunakan besi tekuk 3 mm dengan maing masing sisi 15 cm dengan tinggi 2

meter atau setinggi Mobil yg digunakan. System pergerakan menggunakan system katrol dengan satu katrol. *Balancing* pada pergerakan ini menggunakan Timbal dng 4 buah laker untuk mendukung kehalusan dan kelancaran pergerakan tabung ini. Syastem kunci menggunakan system Ulir. Sedangkan agar Pesawat sinar-x Mobil MCU ini bisa terpasang di Kendaraan atau Mobil X ray maka ditambah Plat 1 cm untuk dibautkan di dasar kendaraan dan Plat kancing dengan Baut pada langit langit kendaraan.

Modul Kontrol Ecorad Thorax menempel diatas Generator Dental x-ray, yang berisi Arduino nano yg didukung oleh *Power supply*, Bloothoots, relay 12 volt, relay 220V untuk T1 dan T2, dan Resistor untuk pengatur Tegangan ke HTT maupun Ke Filamen.

3.3.2. Perancangan Perangkat Keras

Sistem perangkat keras dirancang menggunakan board swiching Ecorad yang terdiri dari rangkaian reley, resistor ,busser dan Timer yang didalamnya disediakan konektor Untuk Arduino Nano dan Modul Bloothoot HC-05. Hal ini digambarkan pada diagram blok dibawah ini:



Gambar 3. 6 Weiring Diagram Controll Ecorad

Penjelasan mengenai fungsi hardware bisa kita lihat pada Gambar 3.5 yaitu:

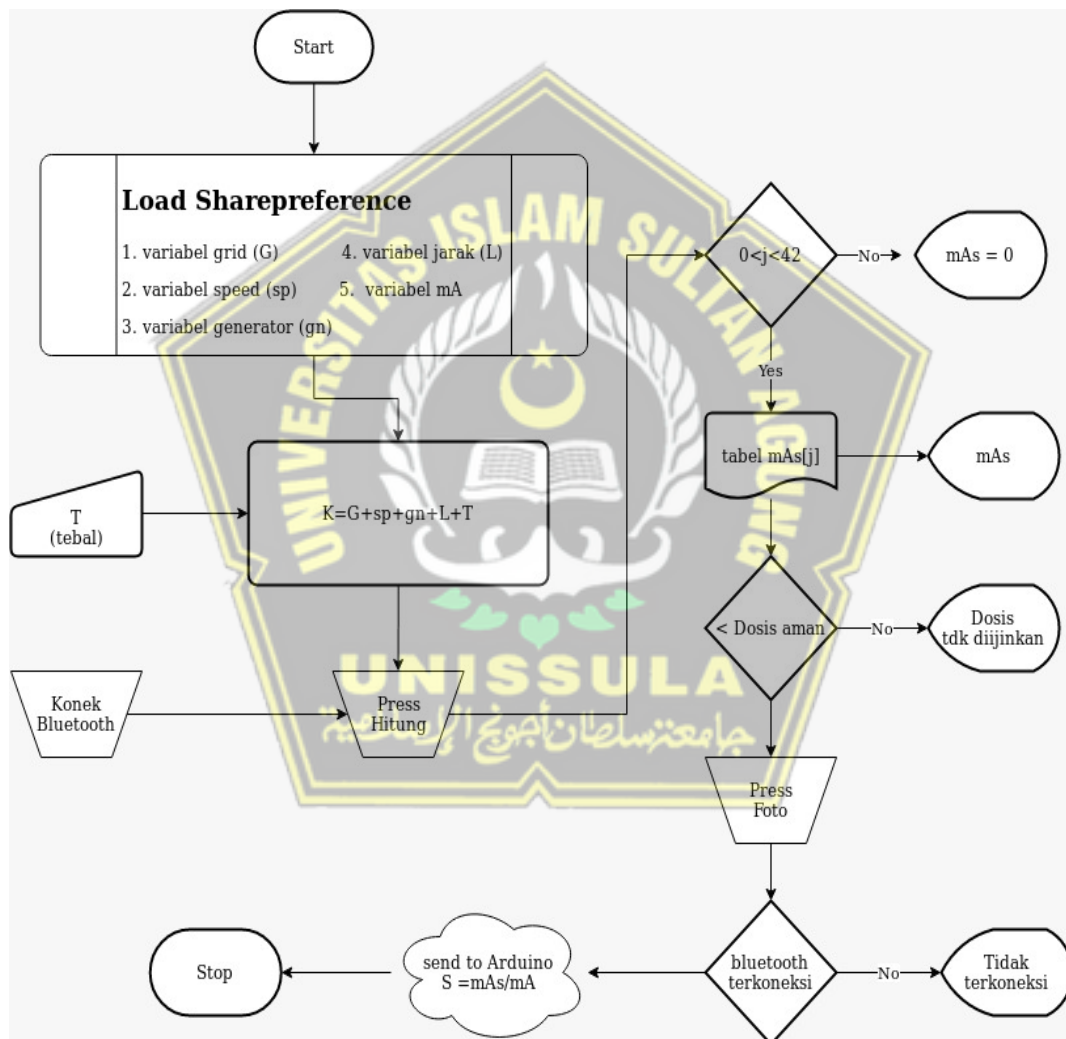
1. Android berfungsi sebagai Kontrol kendali pengaturan factor eksposi yang akan di paparkan ke Thorax sebagai obyek yg akan difoto. Kendali ini akan melakukan perhitungan secara otomatis menghitung kebutuhan mAs untuk penyinaran setelah kita inputkan data ketebalan obyek . Ketebalan obyek didapat dari pengukuran manual. Perhitungan ini dilakukan oleh Software yg diinstallkan ke android
2. Arduino nano berfungsi sebagai microcontroller yaitu sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik board swiching Ecorad untuk Thorax yang telah diisntal program didalamnya.Arduino ini didalamnya terdiri dari CPU,Memori,I/O tertentu dan unit pendukung seperti analog to digital converter yang sudah terintegrasi didalamnya.
3. Modul Bluethooth berfungsi untuk mengirim dan menerima data atau file dari Android ke Arduino nano atau sebaliknya , sehingga perintah, pengaturan, dan waktu penyinaran tidak melalui kabel.
4. Generator Dental x ray berfungsi sebagai pnghasil sinar-X dimana akan terhubung dengan Swiching dengan kabel dan resistor sebagai pengatur tegangan input ke HTT maupun Filamen.
5. Power Suply digunakan hanya untuk memberi catudaya Arduino bloethoots.

3.3.3 Perancangan Software

Gambar 3. 7 Diagram Alir Program

3.3.4. Kalibrasi dengan metode uji kesesuaian.

Kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan keluaran yang sesuai dengan yang tertampil di kontrol. Oleh karena itu metode yang digunakan adalah Uji Kesesuaian yang saat ini berlaku di BAPETEN, yaitu terdiri dari Akurasi kV, Dosis, Kualitas



sinar x atau HVL, Linieritas dan Reproduksi-fitas.

BAB IV

HASIL PEMBAHASAN

Pada pembuatan prototype pesawat sinar-X untuk keperluan thorax General Check up selain menggunakan perhitungan Ecorad tetapi juga ditambah dengan system pengaman Generator Sinar-X agar tidak terjadi over radiasi yang diakibatkan oleh penggunaan maupun gagal mati, Sistem ini menggunakan Timer Pembatas

Prototype control Ecorad sinar-X dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil dan pembahasan. Pada bab ini menyajikan hasil perancangan dan pengujian dari prototype. Pengujian ini meliputi perangkat lunak dan perangkat keras yang telah disiapkan. Dengan melakukan pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dan kendala kendala yang ditimbulkannya. Pengujian ini digunakan untuk mendapatkan pencapaian hasil seperti yg diharapkan yaitu dengan penggunaan control sistem Ecorad mendapatkan asupan listrik berdaya kecil dan paparan Radiasi yg kecil dan berada di bawah paparan yg diijinkan.

4.1. Pengujian prototype

Prototype ini akan dilakukan pengujian yang meliputi komponen komponen yang akan di rangkai menjadi sebuah control untuk dapat dilakukan analisa kinerja baik jangka pendek atau jangka panjang , juga dalam rangka mendapatkan kelemahan kelimahannya. Pengujian ini juga meliputi perangkat baik lunak maupun keras. Pengujian ini juga menggunakan panduan peraturan BAPETEN yaitu ketentuan tentang Uji Kesesuaian yang akan meliputi pengujian akurasi tegangan tube non inasif, linieritas dan reproduksifitas dari snar-X yg dihasilkan. Berdasarkan peraturan dan kondisi secara electrical maka pengujian prototype ini meliputi.

1. Pengujian perangkat keras
 - a. Pengujian Catu daya 12 volt

- b. Pengujian Android
- 2. Pengujian perangkat lunak.
 - a. Pengujian Program Kontrol Android
 - b. Pengujian koneksi Bluetooth Arduino
 - c. Pengujian Program eksposi
- 3. Pengujian terhadap seluruh system prototype meliputi:
 - a. Akurasi Tegangan (kV)
 - b. HVL
 - c. Linieritas
 - d. Reproducifitas
 - e. Timer Pengaman
 - f. Pengujian Radiografi

4.1.1 Pengujian Catu daya 12 volt

Pengujian dilakukan di workshop PT Rejeki Hanif Lestari dan di Rumah Sakit PDHI Cupu Watu Kalasan pada tanggal 1 sd 25 april bertujuan untuk mengetahui bekerjanya system kontrol dan hasil dari pemotretan foto Thorax .

Tabel 4. 1 Pengujian Catu Daya

No	Waktu	Output Supply	Datasheet	Selisih (V)
1	00 menit 45 detik	12,30	12	0,3
2	05 menit 30 detik	11,90	12	0,1
3	10 menit 30 detik	11,90	12	0,2

4	15 menit 27 detik	11,90	12	0,1
5	20 menit 37 detik	12,20	12	0,2
Rata-rata		0,26		

4.1.2. Pengujian Rangkaian Swiching Ecorad

Rangkaian Swiching Ecorad mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai teknik Reley bertingkat untuk memungkinkan system analog dng daya tinggi dapat dikendalikan oleh system digital menggunakan system mucrocontroler yang dikendalikan oleh android. Berikut Gambar dan pengujian system ini:



Gambar 4. 1 Rangkaian Swiching Ecorad

Pengujian Swiching dilakukan dengan menggunakan tegangan 12 Volt yang dialirkan ke pin 1 dan 2.

Tabel 4. 2 Pengujian Kinerja Board Swiching Ecorad

No	Komponen	Hasil	Buzzer
----	----------	-------	--------

1	R1	Bekerja	Bunyi
2	R2	Bekerja	Tidak berbunyi
3	R3	Bekerja	Tidak berbunyi

4.1.3. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian saat Program Awal berjalan seperti ditunjukkan pada gambar 4.2, program berjalan dengan baik dimana saat selesai star up perangkat lunak memberitau kebutuhan system komunikasi bluethoot untuk di dihidupkan.



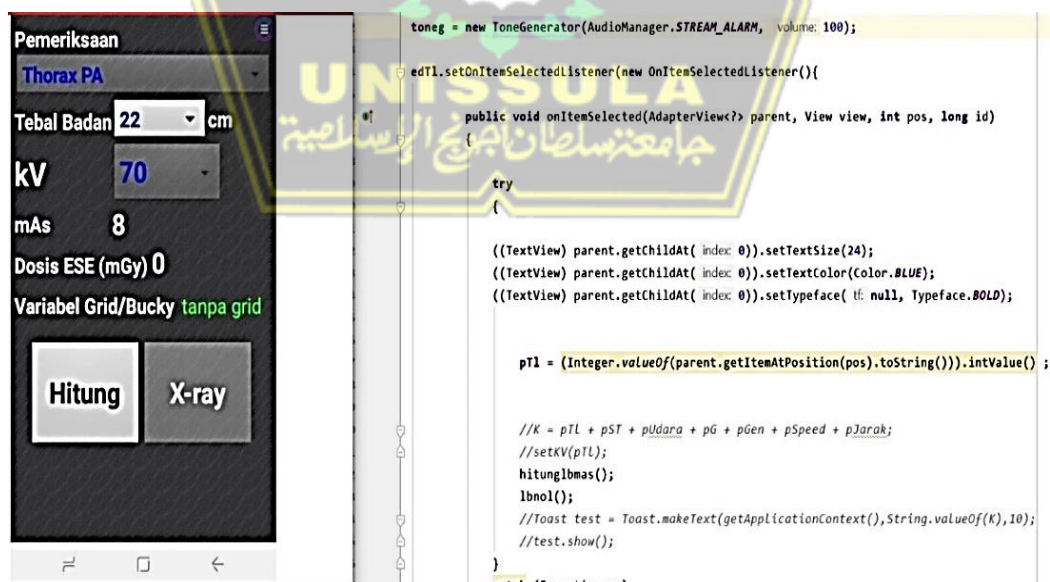
Gambar 4. 2 Tampilan saat perangkat lunak selesai melakukan Star Up.

Proses selanjutnya dalam pengujian ini sistem kontrol dinyalakan sehingga arduino dan bluethoots aktif. Sehingga dilakukan pengujian komunikasi dari program ecorad di Android agar terhubung dengan Program pada Arduino. Yaitu dengan membuka komunikasi melalui Menu Android, Berikut ini langkah program yg dijalankan seperti terlihat pada gambar 4.3..

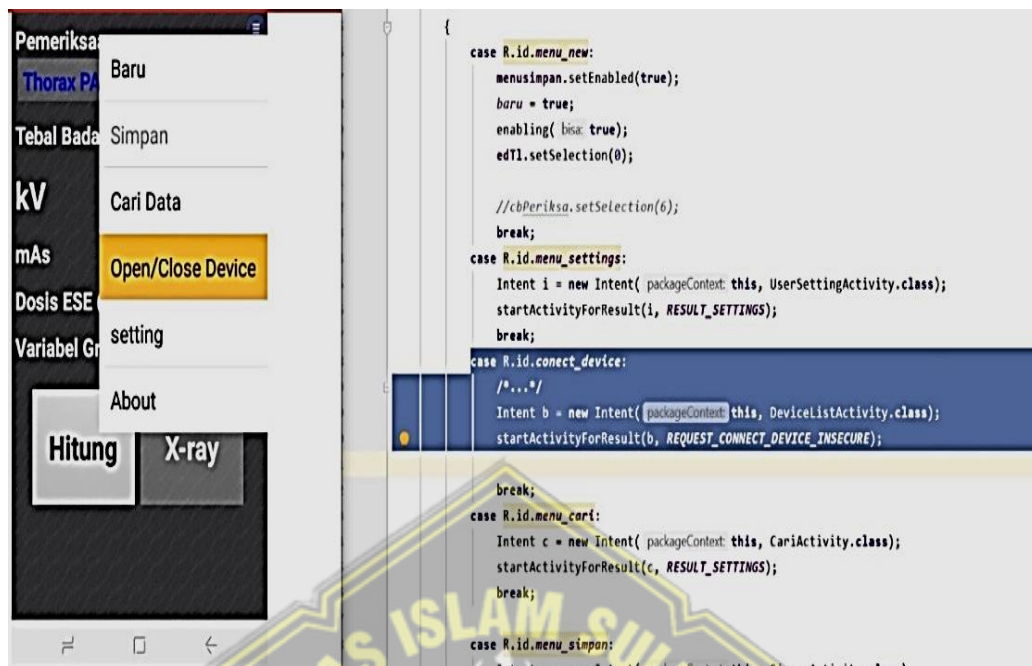


Gambar 4. 3 Pengujian Koneksi Android ke Arduino

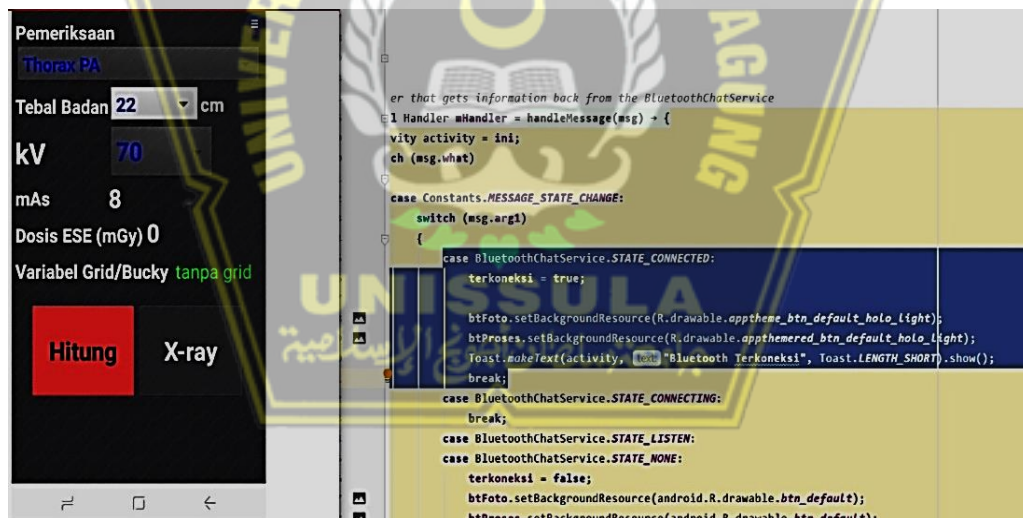
Pengujian ini akan menampilkan permintaan koneksi ke bluetooth apabila Arduino belum dihidupkan . setelah dihidupkan sistem Board Ecorad dihidupkan maka untuk menguji sistem Arduinonya berjalan atau tidak dilakukan konekting melalui android. Hal ini digambarkan pada gambar dibawah ini.



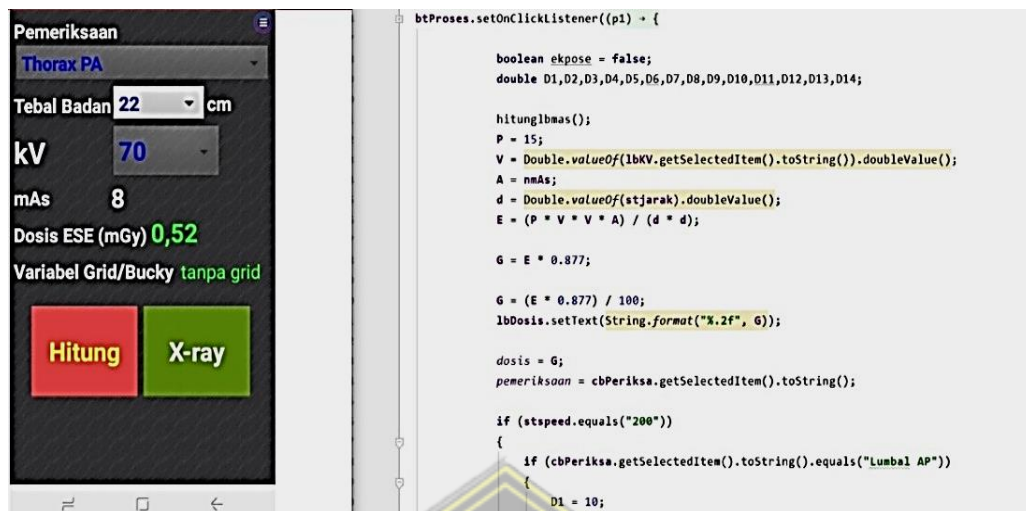
Gambar 4. 4 Pengujian input ketebalan



Gambar 4. 5 Pengujian sambungan Arduino dan android



Gambar 4. 6 Pengujian perangkat lunak saat koneksi sudah berhasil



Gambar 4. 7 Pengujian Ketika Tombol Hitung ditekan



Gambar 4. 8 Pengujian Ketika Tombol X-ray ditekan

Setelah instalasi perangkat lunak maka dilakukan pengujian dengan menjalankan Program. Setelah kita buka maka akan tertampil Menu halaman satu yang digunakan sebagai consul yang memberikan informasi tentang Pemeriksaan Foto Thorax, tentang tegangan Tabung (kV) yang digunakan, informasi tentang mAs yg digunakan serta ketebalan Thorax yg akan dilakukan pemeriksaan. Selain hal di atas juga terdapat tombol Hitung yg berfungsi untuk menghitung dosis yang akan di paparkan ke obyek. Tombol X ray digunakan untuk memancarkan sinar-X (Exsposi). Pada pengujian ini Program berjalan dengan Baik.

Pada Menu hal 2, ini merupakan menu setting yang digunakan untuk menyesuaikan kondisi berapa kali pernah terjadi penyinaran hal ini digunakan untuk mengetahui umur dan kondisi tabung.. Pemilihan Grid juga terdapat pada menu hal 2 digunakan untuk menambah radiasi saat menggunakan Grid. Disamping hal diatas menu hal 2 juga digunakan untuk setting speed Reseptor, Generator yg digunakan, jarak dan mA yang digunakan untuk mencapai gambar yg optimal.

4.2. Pengujian terhadap seluruh system prototype

Hasil perancangan pembuatan Pesawat Sinar-X dengan menggunakan system Ecorad dengan Fix kV telah berhasil dibuat. Hasil Pembuatan yang meliputi Modul Ecorad dng Arduino Nanonya, Android dengan software Ecoradnya, Stand untuk tempat Generator single tank dan Generator sinar-X merk Siemens untuk Dental. Tampilan hasil Perancangan terlihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Hasil Rancangan Pesawat secara keseluruhan

Tahap berikutnya setelah selesai membuat prototype maka perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan gambaran Hasil kinerja alat. Sesuai dengan Peraturan dari BAPETEN, untuk pengujian Kinerja menggunakan Uji kesesuaian yang meliputi uji akurasi kV, uji linieritas dan Uji Reproduksiabilitas. Maka dilakukan uji sebagai berikut

4.2.1. Akurasi Tegangan (kV)

Pengujian pada akurasi kV dilakukan untuk mendapatkan tegangan yg sesuai seting. Pada pengujian ini peraturan BAPETEN menetapkan besaran simpangan sebesar 10 %. Berikut Hasil Pengujiannya dengan parameter mAs sebesar 10 mAs:

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Akurasi tegangan tube (kV)

No	kVp-set	kVp-ukur	error (%)	Nilai lolos uji	uGy	uGy/mAs
1	70	69.00	-1.43	e max = 10%	150	15.00
2	70	70.00	0.00		151	15.10
3	70	71.00	1.43		153	15.30
4	70	68.00	-2.86		149	14.90
5	70	70	0.00		151	15.10
6	70	69	-1.43		150	15.00

4.2.2. Pengujian HVL

Pengujian Kualitas Sinar-X dilakukan dengan melakukan pengukuran HVL pada Tegangan 70 kV atau 80 kV. Peraturan menetapkan besaran HVL pada 70 kV sebesar <2,1 mmAl sedangkan pengujian pada tegangan 80 kV HVL nya sebesar < 2,3 mmAl. Berikut hasil pengujian Kualitas Sinar x pada prototype:

Tabel 4. 4 Pengujian HVL

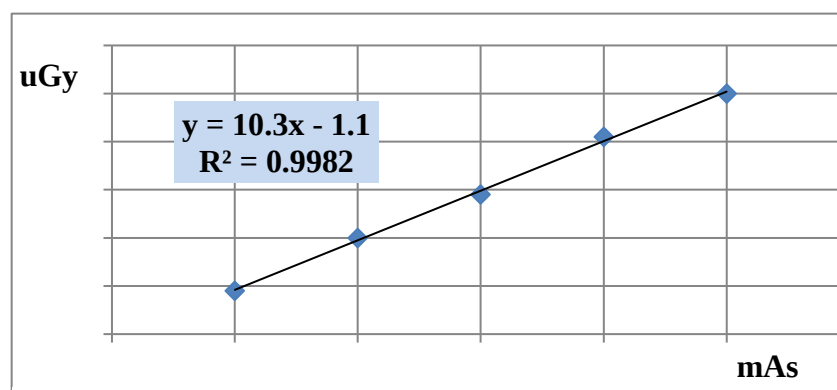
No	Setting		Filter tambahan (mm Al)	Hasil ukur (mm Al)	Nilai lolos uji (mm Al)
	kV	mAs			
1	70	20	0	2,3	$\geq 2,1$
2			(dilepas)		$\geq 2,3$
1	70	20	...	2.3	$\geq 2,1$
2			(permanen)		$\geq 2,3$

4.2.3 Pengujian Linieritas

Pengujian Linieritas sangat diperlukan untuk mendapatkan gambaran dosis yang dihasilkan apabila ketebalan obyek bertambah maka dosis juga akan bertambah agar gambaran yang didapat akan stabil. Berikut

Tabel 4. 5 Pengujian Linieritas

No	mAs	kVp	uG	uGy/mAs	CL	Nilai lolos uji
1	1	70	9	9	0.064	$CL \leq 0,1$
2	2	70	20	10		
3	3	70	29	9.7		
4	4	70	41	10.25		
5	5	70	50	10		

**Grafik 4. 1** Uji Linieritas

4.2.3. Pengujian Reproduksiabilitas

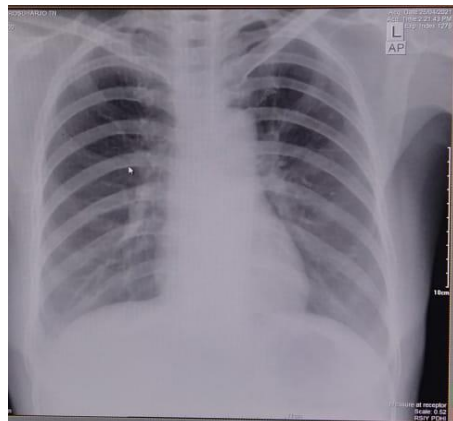
Pengujian Reproduksiabilitas meliputi pengujian tegangan puncak atau kVp, pengujian Waktu Penyinaran dan dosis dalam microGray.dengan besaran CV lolos pada 0,05 atau kurang. Berikut hasil pengujian reproduabilitas :

Tabel 4. 6 Tabel hasil pengujian Reproduksiabilitas

No.	kV	S	uGy
1	71	0.095	100
2	70	0.1	98
3	72	0.1	101
4	70	0.095	100
5	69	0.1	99
Rerata	70.4	0.079	99.6
Std	1.1401754	0.0025	1.14017543
CV	0.0161957	0.0316456	0.01144754
Nilai lolos uji	CV $\leq$ 0,05		

4.3. Pengujian Radiografi

Pengujian Radiografi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai index eksposi pada penggunaan reseptor Plate CR. Sehingga didapatkan Dosis radiasi yg mengenai Plate sebesar max 1 mR yang akan diperlihatkan oleh nilai Index Eksposinya. Berikut Hasil Pengujiannya.



Gambar 4. 10 Hasil Pengujian Pemeriksaan Foto Thorax

Tabel 4. 7 Tabel Hasil Radiografi Thorax

No	Obyek	Tebal obyek	mAs	IE	Skin Dosis
1	Thorax 1	25	5	1275	100
2	Thorax 2	30	7	1247	125
3	Thorax 3	35	9	1061	150
4	Thorax 4	20	5	1422	100
5	Thorax 5	15	3	1357	90

Pengujian sistem kendali ini menghasilkan radiografi Thorax seperti yg terlihat pada Lampiran 1 sd 5 . Pengujian ini selain Hasil Radiografi yang diterima oleh Radiolog juga yang menjadi ukuran keberhasilan adalah *Indexs Exsposure* nya. *Indexs Exposure* yang dihasilkan adalah berkisar 1000 sampai dengan 2000 karena pada *indexs exsposure* pada rentang diatas tidak muncul nois radiografi akibat kekurangan radiasi.

Radiograf dengan obyek ketebalan 15 cm mendapatkan IE sebesar 1357 dengan dosis yg diterima oleh kulit sebesar 90 uGy. Terlihat gambaran Paru paru

dan Jantung dengan gambaran torakal yang tipis. Hasil ini dapat dilampiran radiografi merupakan obyek dengan ketebalan terendah.

Radiograf dengan obyek tertebal pada ketebalan 35 cm mendapatkan EI sebesar 1061. Dengan dosis yg mengenaik kulit sebesar 150 uGy. Batasan untuk dosis sebesar 400 uGy. Hasil radiograf ini bisa dilihat pada lampiran.

Contoh hasil pemotretan ini menunjukkan bahwa secara Radiograf hasil faktor eksposi mampu memperlihatkan Paru Paru dengan baik , juga didapat indexs eksposi yang pada rentang yg diterima . Tidak adanya nois pada gambar menunjukan bahwa mAs yang dihasilkan cukup.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah menyelesaikan proses penelitian maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

Kesimpulan

1. Prototipe Pesawat sinar-x dapat dibuat dengan menggunakan Android yang telah terinstal perangkat lunak ecorad sebagai control yang akan terhubung dengan Arduino uno dengan relay bertingkatnya sehingga mampu mengontrol factor eksposi untuk keperluan general cek up foto thorax dapat berfungsi dengan baik. Hal ini diperlihatkan dalam pengujian perangkat lunak dan perangkat keras yg bekerja dengan baik.
2. Tingkat akurasi pada prototype alat ini diperlihatkan pada hasil uji kesesuaian yang didapatkan dengan hasil akurasi kV dibawah 5 %, Linieritas dan reproduksibilitas dibawah 0.01.
3. Prototipe Pesawat sinar-x menghasilkan Index Exposure 1000 sd 1500.

Saran :

1. Perlu dilengkapi dengan sistem deteksi ketebalan untuk otomatisasi yg lebih komplit
2. Perlu tampilan Menu pada kontrol Pesawat sinar-X nya. Supaya dapat paralel dengan Androidnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "The control system research of X-ray generator in medical diagnostic," in *Electric, Electronic and Control Engineering*, 2015.
- [2] S. Santoso, M. Haddin, E. Nuryanto, and B. Susilo, "Determination of Exposure Factors And Interlock System Base on Fuzzy Logic In X-Ray Conventional Generator," vol. 6, no. 4, 2018.
- [3] Y. Liu, B. B. Dong, J. J. Yang, and B. Z. Guo, "The control system research of X-ray generator in medical diagnostic," 2015, doi: 10.1201/b18611-100.
- [4] S. Widadi, M. K. Huda, I. Ahmad, and O. tanane, "Atmega328P-based X-ray Machine Exposure Time Measurement Device with an Android Interface," *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 3, pp. 81–85, 2020, doi: 10.18196/jrc.1318.
- [5] V. V Klonov, I. A. Larionov, and N. N. Potrahov, "Specialized x-ray machine for neonatology," pp. 5–7.
- [6] J. Nosil, "Automatic exposure controlled X ray," no. May, 2018.
- [7] S. Guo, J. Wu, M. Xiang, and S. Wei, "Study of control system for X-ray generator," *Procedia Eng.*, vol. 7, pp. 209–212, 2010, doi: 10.1016/j.proeng.2010.11.032.
- [8] N. H. Wijaya, Budimansyah, and D. Sukwono, "Wireless X-ray Machine Control Based on Arduino with Kv Parameters," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1430, no. 1, pp. 0–9, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1430/1/012040.
- [9] N. Sujatno, Tatah Nurbarkah, Toto Trijasjono, "Pembuatan sistem pengendali parameter tegangan, arus dan pew aktu pada pesawat sinar-x," pp. 367–376, 2013.
- [10] S. Nasional, K. Kesehatan, L. I. X. Jakarta, A. Telah, L. T. Object, and K. Kunci, "PENGEMBANGAN GENERATOR SINAR-X DIGITAL MENGGUNAKAN TABUNG KONVENSIONAL BERBASIS MIKROKONTROLER I Putu Susila , Wiranto Budi Santoso , Sukandar dan Budi Santoso Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir , Badan Tenaga Nuklir Nasional Kawasan Puspiptek Serpong Gd . 7," no. June, 2014, doi: 10.13140/2.1.2929.5046.
- [11] A. Tegangan and T. Pada, "Analisis Tegangan Tinggi Pada Pesawat Sinar-X," vol. 8, no. November, pp. 99–103, 2011.
- [12] N. M. R, J. Fisika, F. Sains, and U. I. N. A. Makassar, "X-Ray Mobile Dengan Menggunakan Piranha," *Al-Kimia*, vol. VOL 2, NO, no. ISSN 2302-2736, pp. 76–85, 2014.
- [13] N. H. Wijaya, A. Yudhana, Robiyansah, and D. Sukwono, "X-Ray machine control with wireless based on mA parameters," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012080, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012080.
- [14] N. N. Potrakhov, V. B. Bessonov, A. V. Obodovski, A. Y. Gryaznov, K. K. Guk, and N. E. Staroverov, "Modern technologies of X-ray systems for control of electronic components," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol.

- 387, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/387/1/012061.
- [15] "Mobile_X-ray_system.pdf." .
- [16] N. Sakabe *et al.*, "U-shape rotating anti-cathode compact X-ray generator: 20 times stronger than the commercially available X-ray source," *J. Synchrotron Radiat.*, vol. 20, no. 6, pp. 829–833, 2013, doi: 10.1107/S0909049513022188.
- [17] M. Irsal and G. Winarno, "Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20527/flux.v17i1.7085.
- [18] R. Anggarini, M. Muslim, and A. Mutanto, "Analisis Sebaran Radiasi Hambur Di Sekitar Pesawat Sinar-X Pada Pemeriksaan Tomografi Ginjal," *J. Ilm. Giga*, vol. 17, no. 2, p. 63, 2019, doi: 10.47313/jig.v17i2.540.
- [19] B. Budi and H. Sutanto, "TEGANGAN TABUNG TERHADAP NILAI DENSITAS RADIOGRAF," *Youngster Phys. J.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [20] S. Yu, "Study on minimum transmission dose for establishing x-ray imaging," *Medico-Legal Updat.*, vol. 20, no. 1, 2020, doi: 10.37506/v20/i1/2020/mlu/194551.
- [21] H. F. Akhdar, "Assessment of entrance skin dose and effective dose of some routine x-ray examinations using calculation Technique," *Methods*, 2007.
- [22] B. Rasuli, A. Mahmoud-Pashazadeh, M. Ghorbani, R. T. Juybari, and M. Naserpour, "Patient dose measurement in common medical X-ray examinations in Iran," *J. Appl. Clin. Med. Phys.*, vol. 17, no. 1, 2016, doi: 10.1120/jacmp.v17i1.5860.
- [23] L. A. Daryan *et al.*, "Investigation of the Possibility of Using X-Rays to Control the Technical Condition of High-Voltage Low-Oil Switches," *Russ. Electr. Eng.*, vol. 91, no. 8, 2020, doi: 10.3103/S1068371220080076.
- [24] N. N. Potrakhov *et al.*, "0.2BPM64-200 microfocus X-ray tube for projection radiography," *Russ. J. Nondestruct. Test.*, vol. 53, no. 3, 2017, doi: 10.1134/S106183091703007X.
- [25] "PENGARUH PENGGUNAAN ATURAN SISTEM POIN PADA VARIASI TEGANGAN TABUNG TERHADAP NILAI DENSITAS RADIOGRAF FOTO THORAX," *Youngster Phys. J.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [26] A. Fukuda, K. Koshida, I. Yamaguchi, A. Togashi, and K. Matsubara, "Method of estimating patient skin dose from dose displayed on medical X-ray equipment with flat panel detector," *Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai zasshi*, vol. 60, no. 5, 2004, doi: 10.6009/jjrt.KJ00000922442.
- [27] H. Hayashi, "Necessity of Direct Dose Measurement during Current X-ray Diagnosis," *Med. Res. Arch.*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.18103/mra.v5i2.1030.
- [28] V. E., "Diagnostic reference levels (DRLs)-help or hindrance?," *Cardiovasc. Intervent. Radiol.*, vol. 39, no. 3, 2016.
- [29] G. Pourtaghi, H. Kakooei, M. Salem, F. Pourtaghi, and M. Lahmi, "Pulmonary effects of occupational exposure to welding fumes," *Aust. J. Basic Appl. Sci.*, vol. 3, no. 4, 2009.

- [30] G. G. Onischenko *et al.*, "Modern principles of the radiation protection from sources of ionizing radiation in medicine. Part 1: Trends, structure of x-ray diagnostics and doses from medical exposure," *Radiatsionnaya Gygiena*, vol. 12, no. 1, 2019, doi: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
- [31] D. R. Morton, "Development of a software based automatic exposure control system for use in image guided radiation therapy," *ProQuest Diss. Theses*, vol. M.Sc., 2013.
- [32] D. Borrego *et al.*, "Organ-specific dose coefficients derived from Monte Carlo simulations for historical (1930s to 1960s) fluoroscopic and radiographic examinations of tuberculosis patients," *J. Radiol. Prot.*, vol. 39, no. 3, 2019, doi: 10.1088/1361-6498/ab2f10.
- [33] F. J. Bradley, "The international atom: Evolution of radiation control programs," *Health Phys.*, vol. 83, no. 1, 2002, doi: 10.1097/00004032-200207000-00015.
- [34] D. J. Mollura, M. P. Culp, M. P. Lungren, L. du Pisanie, J. S. Harford, and R. Sood, *Radiology in global health: Strategies, implementation, and applications*. 2018.
- [35] K. Khongsomboon, P. Indarack, K. Hamamoto, and S. Kondo, "Automatic parameter setting for differential volume rendering," 2008, doi: 10.1109/ISCIT.2008.4700175.
- [36] T. Khotle, H. De Vos, C. P. Herbst, and W. I. D. Rae, "Optimization of exposure factors and image quality for computed radiography," in *IFMBE Proceedings*, 2009, vol. 25, no. 2, doi: 10.1007/978-3-642-03879-2_71.
- [37] H. Aichinger, S. Joite-Barfuß, J. Dierker, and M. Sabel, *Radiation exposure and image quality in X-ray diagnostic radiology: Physical principles and clinical applications*, vol. 9783642112416. 2012.
- [38] S. S. Choi, C. H. Lim, and S. H. Jeoung, "Automatic exposure control in chest radiography," *Medico-Legal Updat.*, vol. 19, no. 1, 2019, doi: 10.5958/0974-1283.2019.00125.7.
- [39] P. Sprawls, "Film-screen radiography receptor development - A historic perspective," *MPI J. - Spec. issue - Hist. Med. Phys.*, no. 1, 2018.
- [40] P. P. Dendy and B. Heaton, *Physics for diagnostic radiology: Third edition*. 2011.
- [41] *Textbook of Radiology: Physics*. 2016.
- [42] E. Frank, B. Long, and B. Smith, *Radiographic Positioning and Procedures*. 2012.
- [43] S. Don, M. J. Goske, R. A. Uzenoff, G. Rodriguez, T. T. Mills, and D. C. Spelic, "Image gently: A survey of technique factors for CR-DR users," *Pediatr. Radiol.*, vol. 42, 2012.
- [44] S. Gideon and T. Guswanto, "Optimasi Citra Dicom Dengan Menggunakan Aplikasi Pada Smartphone Android," *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.*, vol. 3, no. 1, p. 258, 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28558.
- [45] A. Jamil, M. I. Mohd, and N. M. Zain, "THE CONSISTENCY of EXPOSURE INDICATOR VALUES in DIGITAL RADIOGRAPHY SYSTEMS," *Radiat. Prot. Dosimetry*, vol. 182, no. 4, 2018, doi:

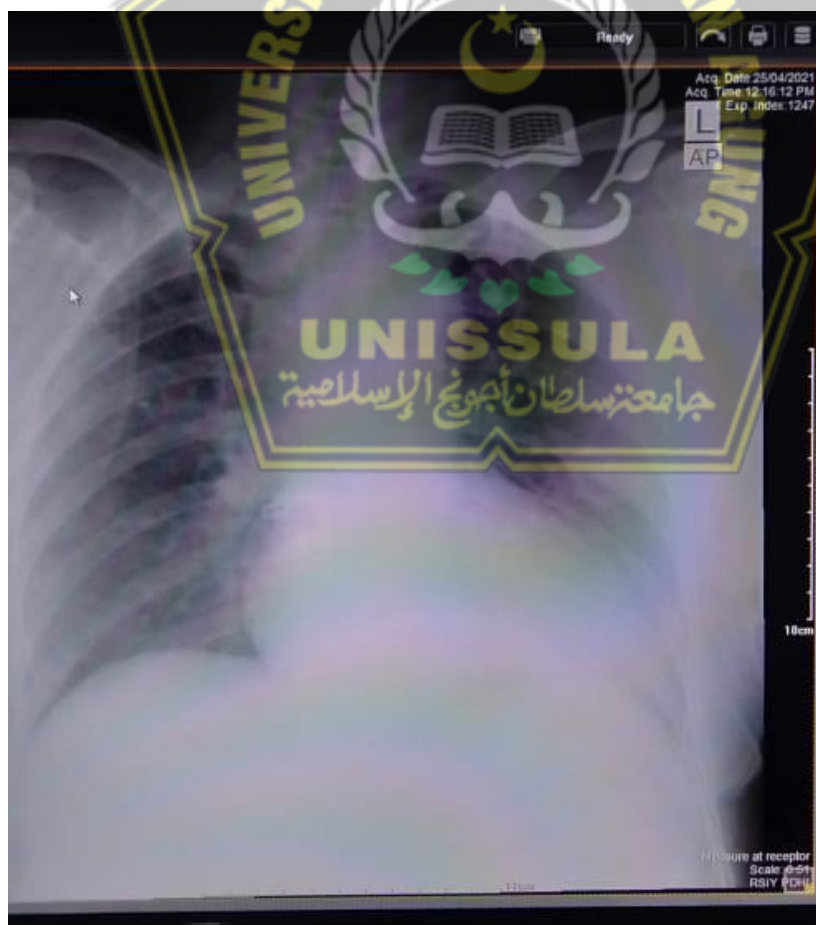
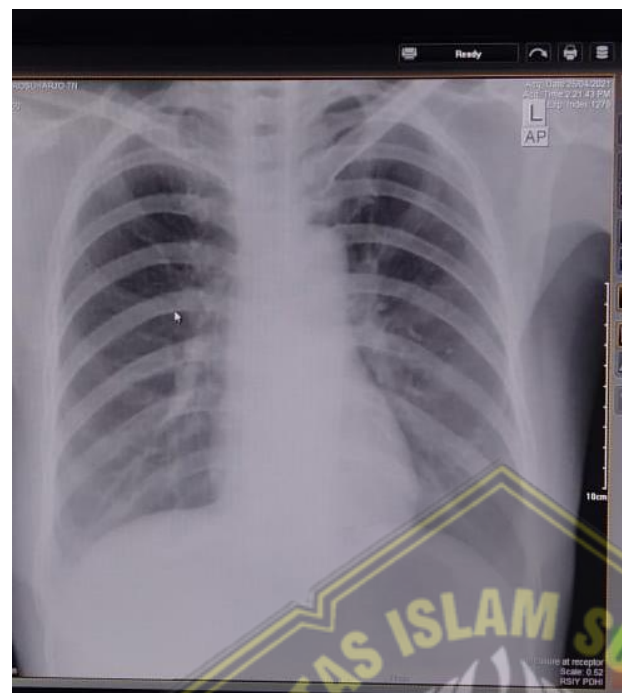
- 10.1093/rpd/ncy082.
- [46] B. W. Long, J. H. Rollins, and B. J. Smith, *Merril's Atlas of Radiographic Positioning and Radiographic Procedures Thirteenth Edition*. 2016.
 - [47] A. Y. Bequet, L. Rusyadi, and F. Fatimah, "Nilai Contrast to Noise Ratio (CNR) Radiograf Thorax PA antara menggunakan Grid dengan tanpa Menggunakan Grid," *J. Imejing Diagnostik*, vol. 6, no. 2, 2020, doi: 10.31983/jimed.v6i2.5653.
 - [48] "OPTIMASI FAKTOR EKSPLOSI PADA SISTEM RADIO OPTIMASI FAKTOR EKSPLOSI PADA SISTEM RADIOGRAFI GRAFI DIGITAL MENGGUNAKAN ANALISIS CNR (CONTRAST TO NOISE RATIO)," *Unnes Phys. J.*, vol. 3, no. 1, 2014.
 - [49] Susilo, Sunarmo, I. K. Swakarma, R. Setiawan, and E. Wibowo, "Kajian Sistem Radiografi Digital sebagai Pengganti Sistem Computed Radiography yang Mahal," *J. Fis. Indones.*, vol. 17, no. 50, pp. 40–43, 2015.
 - [50] X. H. Wei and H. Y. Sheng, "Design of medical X-ray unit control system based on Renesas R8C25," *J. Clin. Rehabil. Tissue Eng. Res.*, vol. 11, no. 48, 2007.
 - [51] A. L. Filatov, S. R. Korjenevski, and S. V. Scherbinin, "'Control' diagnostic X-ray apparatus with a digital image visualization system," in *BEAMS 1998 - Proceedings of the 12th International Conference on High-Power Particle Beams*, 1998, vol. 1, doi: 10.1109/BEAMS.1998.822487.
 - [52] R. Mohamed and M. C. Tarik, "Development of Control Strategy for Power Supply to Optimize Thermals Effects Induced in X-rays Tube for Medical use," 2019, doi: 10.1109/CCEE.2018.8634565.
 - [53] A. E. Lomovtsev, T. E. Sheveleva, A. S. Karpukhin, and A. I. Volodicheva, "Radiation-hygienic monitoring and assessment of the doses of the public residing on the radioactively contaminated territories of the Tula region," *Radiatsionnaya Gygiena = Radiat. Hyg.*, vol. 12, no. 2(cB), 2019, doi: 10.21514/1998-426x-2019-12-2s-115-120.
 - [54] K. Bacher, P. Smeets, K. Bonnarens, A. De Hauwere, K. Verstraete, and H. Thierens, "Dose reduction in patients undergoing chest imaging: Digital amorphous silicon flat-panel detector radiography versus conventional film-screen radiography and phosphor-based computed radiography," *Am. J. Roentgenol.*, vol. 181, no. 4, 2003, doi: 10.2214/ajr.181.4.1810923.
 - [55] M. Parisot and G. Keck, "The problems of X-ray image formation in veterinary practice--result of a cyclic study with the use of a test phantom for the determination of image quality," *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.*, vol. 104, no. 6, 1991.
 - [56] C. W. Jeong, S. C. Joo, J. H. Ryu, J. Lee, K. W. Kim, and K. H. Yoon, "Development of a Mini-Mobile Digital Radiography System by Using Wireless Smart Devices," *J. Digit. Imaging*, vol. 27, no. 4, 2014, doi: 10.1007/s10278-013-9659-7.
 - [57] IAEA, *Diagnostic Reference Levels (DRLs) in medical imaging*. 2020.
 - [58] T. Dalgleish *et al.*, "Arduino Nano Datasheet," *J. Exp. Psychol. Gen.*, vol. 136, no. 1, 2007.

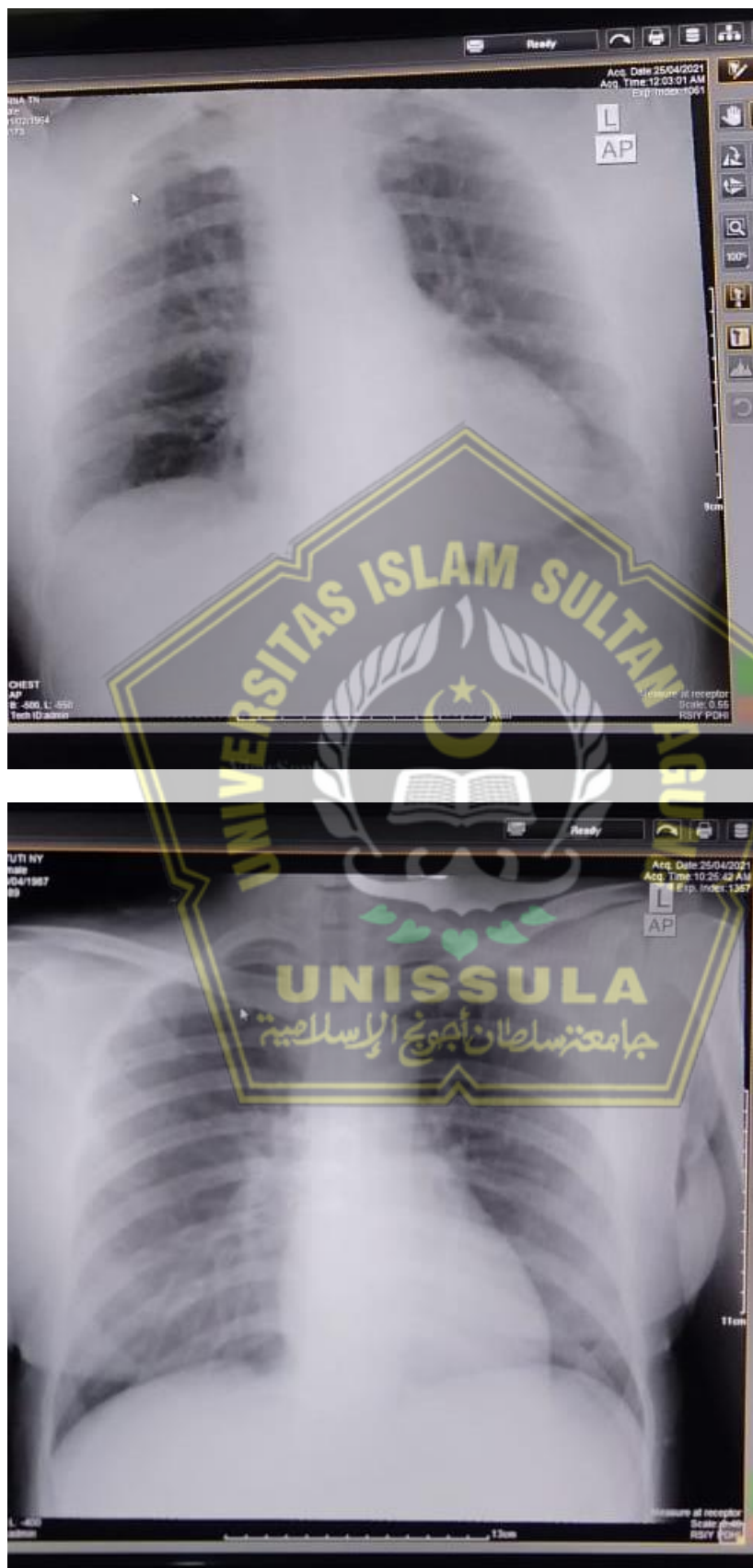
- [59] R. P. Onkare, P. Shankar Sargar, N. V. Kanase, P. B. Patil, and A. Professor, "Arduino Nano Based Automatic Forklift Robot," *Int. J. Adv. Res. Electr.*, vol. 6, no. 3, 2017.
- [60] S. K. Agarwal, A. Singh, V. Aniraj, A. Pandey, D. Prasad, and V. Nath, "RFID (MF-RC522) and Arduino Nano-Based Access Control System," in *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2020, vol. 642, doi: 10.1007/978-981-15-2854-5_50.
- [61] Arduino, "Arduino Nano - Arduino Official Store," *Store.Arduino.Cc/Usa/*. 2017.



LAMPIRAN









Lampiran source code arduino nano switching single ekspose

```
#include <EEPROM.h>
#include <SimpleTimer.h>

SimpleTimer timer;
struct MyData {
    int v1;
    int v2;
    int v3;
    int v4;
    int v5;
    int v6;
    int v7;
};

String readstring;
MyData customVar;
int incomingByte = 0;

int timerROT;
int timerPRE;

int PIN_PRE = 4;
int PIN_ROT = 3;
int PIN_EXP = 5;

int pin_buzzer = 2;

void setup(){
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("kontrol single ekspose start");
    EEPROM.get(0,customVar);
    Serial.println("read EEPROM internal memori");
    pinMode(PIN_EXP,OUTPUT);
    pinMode(PIN_ROT,OUTPUT);
    pinMode(PIN_PRE,OUTPUT);

    pinMode(pin_buzzer,OUTPUT);

}

void loop(){
    String command;

    while(Serial.available()) {
        Serial.println(".");
```

```

delay(20);
char c = Serial.read();
if (c==' '){
  break;
}
readstring += c;
}

if (readstring.length()>0){
  command = readstring.substring(0,3);

  if (command=="RDI"){
    Serial.println("read EEPROM internal memori");
    EEPROM.get(0,customVar);
    Serial.print("*#");
    Serial.println(customVar.v1);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v2);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v3);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v4);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v5);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v6);
    Serial.println("#");
    Serial.println(customVar.v7);
    Serial.println("#~");
  }else if (command=="WRI"){
    customVar = {
      (readstring.substring(4)).toInt(),
      (readstring.substring(6,10)).toInt(),
      (readstring.substring(11)).toInt(),
      (readstring.substring(13,16)).toInt(),
      (readstring.substring(17,20)).toInt(),
      (readstring.substring(21,25)).toInt(),
      (readstring.substring(26,30)).toInt()
    };
    EEPROM.put(0, customVar);
  }else if (command=="EXP"){
    incomingByte= (readstring.substring(4,7)).toInt();
    nyala();
    if ((readstring.substring(13)).toInt()>1){
      delay((readstring.substring(8,12)).toInt()*0.75);
      padamulang();
    }else{
      delay((readstring.substring(8,12)).toInt());
      padam();
    }
  }
}

```

```

}
}else if (command=="PRE"){
  Serial.println("Preheat dan Rotarting start");
  digitalWrite(PIN_PRE,HIGH);
  digitalWrite(PIN_ROT,HIGH);
  timer.deleteTimer(timerROT);
  timer.deleteTimer(timerPRE);
  timerROT=timer.setTimeout(customVar.v2,rotlow);
  timerPRE=timer.setTimeout(6000,prelow);

}

}else{
  digitalWrite(PIN_PRE,LOW);
  Serial.println("Preheat stop");
}

readstring="";
}
timer.run();
}

void nyala(){
  if(incomingByte==101){
    Serial.println("Ekspose start");
    digitalWrite(PIN_EXP,HIGH); //40
    digitalWrite(pin_buzzer,HIGH);
  }
}

void padam(){
  digitalWrite(PIN_EXP,LOW);
  Serial.println("Ekspose stop");
  digitalWrite(PIN_ROT,LOW);
  Serial.println("Rotarting stop");
  digitalWrite(PIN_PRE,LOW);
  Serial.println("Preheat stop");
  digitalWrite(pin_buzzer,LOW);

  timer.deleteTimer(timerROT);
  timer.deleteTimer(timerPRE);

}

void padamulang(){
  padam();
  delay(1000);
  nyala();
  delay((readstring.substring(8,12)).toInt()*0.075

```

Lampiran source code android file main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<FrameLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="fill_parent"
    android:gravity="center"
    android:background="@drawable/background">
    <ImageButton
        android:id="@+id/mainImageButton"
        android:layout_gravity="right"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:background="@drawable/background"
        android:src="@drawable/menu32"
        android:onClick="showPopup"
        android:contentDescription="@string/todo" />

    <GridLayout
        android:id="@+id/mainView"
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:columnCount="3"
        android:gravity="center_horizontal"
        android:orientation="horizontal"
        android:paddingBottom="5dp"
        android:paddingEnd="10dp"
        android:paddingStart="5dp"
        android:paddingTop="10dp"
        android:textSize="24sp">

        <TextView
            android:id="@+id/txt"
            android:layout_columnSpan="3"
            android:layout_gravity="center_vertical"
            android:text="@string/txt1"
            android:textColor="#fff"
            android:textStyle="bold" />

        <Spinner
            android:id="@+id/cbPeriksa"
            android:layout_width="350dp"
            android:layout_height="50dp"
            android:layout_columnSpan="3"
            android:entries="@array/spn1itm"
            android:prompt="@string/spnprompt"
            />

        <TextView
            android:id="@+id/txt2"
            android:layout_column="0"
            android:layout_row="2"
            android:paddingTop="10dp"
```

```

        android:text="@string/txt2"
        android:textColor="#fff"
        android:textStyle="bold" />

<LinearLayout
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_columnSpan="2"
    android:layout_gravity="fill_horizontal">

    <Spinner
        android:id="@+id/edT1"
        android:layout_width="130dp"
        android:layout_height="50dp"
        android:entries="@array/spndesimal"
        android:gravity="right" />

    <TextView
        android:id="@+id/lbcm"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="@string/cm"
        android:textColor="#fff"
        android:textStyle="bold" />

</LinearLayout>

<TextView
    android:layout_column="0"
    android:layout_gravity="center_vertical"
    android:layout_row="3"
    android:layout_rowSpan="2"
    android:text="@string/txt11"
    android:textColor="#fff"
    android:textSize="36sp"
    android:textStyle="bold" />

<Spinner
    android:id="@+id/lbKV"
    android:layout_width="150dp"
    android:layout_height="70dp"
    android:layout_columnSpan="2"
    android:layout_rowSpan="2"
    android:entries="@array/spnkv"
    android:textStyle="bold" />

<TextView
    android:layout_column="0"
    android:layout_gravity="center_vertical"
    android:layout_rowSpan="2"
    android:text="@string/txt12"
    android:textColor="#fff"
    android:textStyle="bold" />

<TextView

```

```

        android:id="@+id/lbmAs"
        android:layout_rowSpan="2"
        android:text="0"
        android:textColor="#fff"
        android:textSize="32sp"
        android:textStyle="bold" />

```

```

<LinearLayout
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_column="0"
    android:layout_columnSpan="3"
    android:layout_gravity="center_vertical"
    android:gravity="left">

```

```

    <TextView
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_marginRight="5dip"
        android:text="@string/txt13"
        android:textColor="#fff"
        android:textStyle="bold" />

```

```

    <TextView
        android:id="@+id/lbDosis"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="0"
        android:textSize="32sp"
        android:textStyle="bold" />

```

```

</LinearLayout>

```

```

<TextView
    android:layout_column="0"
    android:layout_columnSpan="2"
    android:text="@string/txt5"
    android:textColor="#fff"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/lbGrid"
    android:layout_gravity="left"
    android:layout_marginBottom="24dp"
    android:paddingStart="10dp"
    android:paddingTop="10dp"
    android:text=""
    android:textColor="#0f0" />

```

```

<LinearLayout
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_column="0"
    android:layout_columnSpan="3"
    android:layout_gravity="fill_vertical"

```

```

        android:layout_rowSpan="8"
        android:gravity="center_horizontal"
        android:orientation="horizontal"
        android:paddingStart="20dp"
        android:paddingEnd="20dp">

        <Button
            android:id="@+id/btProses"
            android:layout_width="150dp"
            android:layout_height="120dp"

            android:layout_weight="1"
            android:baselineAligned="false"
            android:paddingEnd="5dp"
            android:paddingStart="5dp"
            android:text="@string/hitung"
            android:textSize="32sp"
            android:textStyle="bold" />

        <Button
            android:id="@+id/btFoto"
            android:layout_width="150dp"

            android:layout_height="120dp"

            android:layout_weight="1"
            android:baselineAligned="false"
            android:text="@string/x_ray"
            android:textColor="#FFFFFF"
            android:textSize="32sp"
            android:textStyle="bold" />

    </LinearLayout>
</GridLayout>
</FrameLayout>

```



Lampiran source code Arduino menu.xml

```
<menu xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
>

    <item
        android:id="@+id/menu_new"
        ic_menu_preferences=""
        android:orderInCategory="100"
        android:showAsAction="never"
        android:title="Baru"
    />

    <item
        android:id="@+id/menu_simpan"
        ic_menu_preferences=""
        android:orderInCategory="100"
        android:showAsAction="never"
        android:title="Simpan"
    />

    <item
        android:id="@+id/menu_cari"
        ic_menu_preferences=""
        android:orderInCategory="100"
        android:showAsAction="never"
        android:title="Cari Data"
    />

    <item
        android:id="@+id/conect_device"
        ic_menu_preferences=""
        android:orderInCategory="100"
        android:showAsAction="never"
        android:title="Open/Close Device"/>

    <item
        android:id="@+id/menu_settings"
        ic_menu_preferences=""
        android:orderInCategory="100"
        android:showAsAction="never"
        android:title="@string/menu_settings"
        android:icon="@android:drawable/ic_menu_preferences"/>

    <item
```

```
        android:id="@+id/menu_about"  
        ic_menu_preferences=""  
        android:orderInCategory="100"  
        android:showAsAction="never"  
        android:title="About"  
    />  
</menu>
```



Lampiran source code android file MainActivity.java

```

package com.rejekihaniflestari.ecorad3;

import android.app.*;
import android.content.*;
import android.content.res.Configuration;
import android.graphics.*;
import android.media.*;
import android.os.*;
import android.preference.*;
import android.view.*;
import android.view.animation.*;
import android.widget.*;
import android.widget.AdapterView.*;

import java.io.*;
import java.nio.charset.*;
import java.security.*;
import java.text.*;
import java.util.*;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;

import com.google.common.collect.Iterators;
import com.google.common.io.*;

import android.widget.PopupMenu.*;

import java.lang.reflect.*;

public class MainActivity extends Activity implements
OnMenuItemClickListener
{
    EditText ednomer,ednama,edtgl;
    Spinner cbPeriksa,edTl,edST,edUdara,lbKV;
    TextView lbmAs,lbDosis,lbGrid,lbcm;
    Button btProses,btFoto,btSimpan,btBaru;

    RekamMedis rekammedis;
    Animation anim;
    ToneGenerator toneg;
    boolean databaru;
    private Activity ini = this;
    private static final int VID = 0x2341;
    private static final int PID = 0x0043;//arduino uno
    private static UsbController sUsbController;
    protected String lampu = "0";
    //private OutputStream outputStream = null;
    private static final int RESULT_SETTINGS = 1;
    private static final int RESULT_CODE = 11;
    private ImageButton ib;
    private Calendar cal;

```

```

private int day;
private int month;
private int year;
private int dlge=0;

public static String pemeriksaan;
public static Double dosis;
public static boolean baru;

// Debugging
private static final String TAG = "Ekorad";
private static final boolean D = true;

// Message types sent from the BluetoothChatService Handler
public static final int MESSAGE_STATE_CHANGE = 1;
public static final int MESSAGE_READ = 2;
public static final int MESSAGE_WRITE = 3;
public static final int MESSAGE_DEVICE_NAME = 4;
public static final int MESSAGE_TOAST = 5;

// Key names received from the BluetoothChatService Handler
public static final String DEVICE_NAME = "device_name";
public static final String TOAST = "toast";

// Intent request codes
private static final int REQUEST_CONNECT_DEVICE_SECURE = 1;
private static final int REQUEST_CONNECT_DEVICE_INSECURE = 2;
private static final int REQUEST_ENABLE_BT = 3;

// Name of the connected device
private String mConnectedDeviceName = null;
// String buffer for outgoing messages
private StringBuffer mOutStringBuffer;
// Local Bluetooth adapter
private BluetoothAdapter mBluetoothAdapter = null;
// Member object for the chat services
private BluetoothChatService mChatService = null;

private boolean terkoneksi;

public static DatabaseHandler db;

/** Called when the activity is first created. */
@Override
public void onCreate(Bundle savedInstanceState)
{
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.main);
    final SharedPreferences sharedPrefs = PreferenceManager
        .getDefaultSharedPreferences(this);

```

```

        db = new DatabaseHandler(this);

        mBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

        edTl = (Spinner)findViewById(R.id.edTl);
        lbmAs = (TextView)findViewById(R.id.lbmAs);
        cbPeriksa = (Spinner)findViewById(R.id.cbPeriksa);
        lbKV = (Spinner)findViewById(R.id.lbKV);

        int y = 0;
        do {
            lbKV.setSelection(y);
            y++;
            Toast test =
Toast.makeText(getApplicationContext(), lbKV.getSelectedItem().toString(), 10);
            test.show();
        }while(
!lbKV.getSelectedItem().toString().equals(sharedPrefs.getString("
prefsetkv", "70")) );

        btProses = (Button)findViewById(R.id.btProses);
        lbGrid = (TextView)findViewById(R.id.lbGrid);
        lbcm = (TextView)findViewById(R.id.lbcm);
        btFoto = (Button)findViewById(R.id.btFoto);
        lbDosis = (TextView)findViewById(R.id.lbDosis);
        readUserSettings();
        enabling(false);
        btFoto.setEnabled(false);

        final AlertDialog.Builder pesanDialog = new
AlertDialog.Builder(this);
        pesanDialog.setTitle("Ekorad");
        pesanDialog.setNeutralButton("OK", new
DialogInterface.OnClickListener(){
            public void onClick(DialogInterface dialog, int p1)
            {
                //dothis;
            }
        });

        anim = new AlphaAnimation(0.0f, 1.0f);
        anim.setDuration(50);
        anim.setStartOffset(20);
        anim.setRepeatMode(Animation.REVERSE);
        anim.setRepeatCount(15);

        toneg = new ToneGenerator(AudioManager.STREAM_ALARM, 100);

        edTl.setOnItemSelectedListener(new

```

```

OnItemSelectedListener(){

    public void onItemSelected(AdapterView<?> parent,
View view, int pos, long id)
    {

        try
        {

            ((TextView) parent.getChildAt(0)).setTextSize(24);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTextColor(Color.BLUE);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTypeface(null, Typeface.BOLD);

            pT1 =
(Integer.valueOf(parent.getItemAtPosition(pos).toString()).intValue() ;

            lblnol();
        }
        catch (Exception ex)
        {}
    }
}

public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent)
{
    //
}
});

lbKV.setOnItemSelectedListener(new
OnItemSelectedListener(){

    public void onItemSelected(AdapterView<?> parent,
View view, int pos, long id)
    {
        try {
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTextSize(32);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTextColor(Color.BLUE);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTypeface(null, Typeface.BOLD);

```

```

        lblnol();
    }catch (Exception ex){}
}

public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent)
{
    //
}
});
cbPeriksa.setOnItemSelectedListener(new
OnItemSelectedListener(){

    public void onItemSelected(AdapterView<?> parent,
View view, int pos, long id)
    {
        try {
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTextSize(24);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTextColor(Color.BLUE);
            ((TextView)
parent.getChildAt(0)).setTypeface(null, Typeface.BOLD);

            if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Gigi"))
            {
                lbcm.setText("mm");
            }
            else
            {
                lbcm.setText("cm");
            }

            if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Lumbal AP"))
            {
                edTl.setSelection(21);
            } else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Lumbal
Lateral"))
            {
                edTl.setSelection(27);
            } else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Lumbo Sacral
Joint"))
            {
                edTl.setSelection(25);
            } else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Abdomen
AP"))
            {
                edTl.setSelection(21);
            } else if (((TextView)

```

```

parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Pelvis AP"))
{
    edTl.setSelection(26);
}else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Sendi
Panggul AP"))
{
    edTl.setSelection(26);
}else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("All"))
{
    edTl.setSelection(26);
}else if (((TextView)
parent.getChildAt(0)).getText().toString().contains("Thorax PA"))
{
    lblnol();
}catch (Exception ex)
{
}
}
public void onNothingSelected(AdapterView<?> parent)
{
    //
}
});
int x = 0;
do {
    cbPeriksa.setSelection(x);
    x++;
}while(
!cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals(sharedPrefs.getStr
ing("prefsetperiksa", "Thorax PA")) );

btProses.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){
    public void onClick(View p1)
    {
        boolean ekpose = false;
        double
D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10,D11,D12,D13,D14;

        P = 15;
        V =
Double.valueOf(lbKV.getSelectedItem().toString()).doubleValue();
        A = nmAs;
        d = Double.valueOf(stjarak).doubleValue();
        E = (P * V * V * A) / (d * d);

        G = E * 0.877;

        G = (E * 0.877) / 100;
        dosis = G;

```

```

        pemeriksaan =
        cbPeriksa.getSelectedItem().toString();

        if (stspeed.equals("200"))
        {
            if
            (cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals("Thorax PA"))
            {
                D7 = 1.5;
                if (D7 < G)
                {
                    lbDosis.setTextColors(Color.RED);
                    lbDosis.startAnimation(anim);

                    toneg.startTone(ToneGenerator.TONE_CDMA_ALERT_CALL_GUARD, 1500);
                }
                else
                {
                    lbDosis.setTextColors(Color.GREEN);
                    ekpose = true;
                }
            }
            if
            (cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals("Thorax PA"))
            {
                D7 = 1.5;
                if (D7 < G)
                {
                    lbDosis.setTextColors(Color.RED);
                    lbDosis.startAnimation(anim);

                    toneg.startTone(ToneGenerator.TONE_CDMA_ALERT_CALL_GUARD, 1500);
                }
                else
                {
                    lbDosis.setTextColors(Color.GREEN);
                    ekpose = true;
                }
            }
        }

        {
            D14 = 7.5;
            if (D14 < G)
            {
                lbDosis.setTextColors(Color.RED);
                lbDosis.startAnimation(anim);

                toneg.startTone(ToneGenerator.TONE_CDMA_ALERT_CALL_GUARD, 1500);
            }
            else
            {
                lbDosis.setTextColors(Color.GREEN);
                ekpose = true;
            }
        }
    }
}

```

```

    }
}

if (ekpose)
{
    btProses.setTextColor(Color.YELLOW);

    if (terkoneksi)
    {
        btFoto.post(new Runnable(){
            public void run()
            {
                try
                {
                    sendMessage("PRE");
                    Thread.sleep(tundaijo);

                    btFoto.setEnabled(true);
                }
                catch (InterruptedException e)
                {}
            }
        });
    }
    else
    {
        btFoto.post(new Runnable(){
            public void run()
            {
                try
                {
                    Thread.sleep(tundaijo);
                    btFoto.setEnabled(true);
                }
                catch (InterruptedException e)
                {}
            }
        });
    }
}

btFoto.postDelayed(murup, 6000);
}
});

```

```

btFoto.setOnClickListener(new View.OnClickListener(){

    public void onClick(View p1)
    {
        if (terkoneksi)
        {

            int tunda = (int) (nmAs * 1000) / ma;
            int saklar = 101;
            int count =
Long.valueOf(sharedPrefs.getString("prefjmlcount","0")).intValue(
);
            count++;

sharedPrefs.edit().putString("prefjmlcount",String.valueOf(count)
).apply();

            try
            {

                if
((cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals("Lumbal
Lateral"))||(cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals("Lumba
l AP")))) {

                    sendMessage("EXP:" + saklar + ":" + tunda
+ ":" + "2,");
                    tunda = tunda*2;
                } else {
                    sendMessage("EXP:" + saklar + ":" + tunda
+ ":" + "1,");
                }
                Thread.sleep(tunda);
            }
            catch (InterruptedException e) {
                Toast test = Toast.makeText(ini, "gagal
memoto", 10);

                test.show();
            }
        }
        else
        {
            Toast test = Toast.makeText(ini, "Bluetooth
Tidak Terkoneksi", 10);
            test.show();
        }
        btFoto.setEnabled(false);
        btProses.setTextColor(Color.BLACK);
    }
}

```

```

        btFoto.removeCallbacks(murup);
        enabling(false);}

    });

    // If the adapter is null, then Bluetooth is not
    supported
    if (mBluetoothAdapter == null)
    {
        Toast.makeText(this, "Bluetooth is not available",
        Toast.LENGTH_LONG).show();
        finish();
        return;
    }
}

Runnable murup = new Runnable(){
    public void run()
    {
        if (terkoneksi)
        {
            sendMessage(Character.toString((char)100));
        }
        btFoto.setEnabled(false);
        btProses.setTextColor(Color.BLACK);

    }
};

@Override
public void onConfigurationChanged(Configuration newConfig) {
    // TODO Auto-generated method stub
    if (mChatService != null) mChatService.stop();

    super.onConfigurationChanged(newConfig);
}

@Override
protected void onSaveInstanceState(Bundle outState) {
    if (mChatService != null) {
        outState.putString("bluetoothstate", address);
    }
    super.onSaveInstanceState(outState);
}

@Override
protected void onRestoreInstanceState(Bundle
savedInstanceState) {

```

```

        super.onRestoreInstanceState(savedInstanceState);

        address =
savedInstanceState.getString("bluetoothstate",null);

        if (address != null) {
            // Get the BluetoothDevice object
            BluetoothDevice device =
mBluetoothAdapter.getRemoteDevice(address);
            // Attempt to connect to the device
            mChatService.connect(device, false);

        }

    }

    @Override
    protected void onStart()
    {

        if (!mBluetoothAdapter.isEnabled())
        {
            Intent enableIntent = new
Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
            startActivityForResult(enableIntent,
REQUEST_ENABLE_BT);
        }
        else
        {
            if (mChatService == null) setupChat();
        }
        super.onStart();
    }

    private void setupChat()

        mChatService = new BluetoothChatService(this, mHandler);
        // Initialize the buffer for outgoing messages
        mOutStringBuffer = new StringBuffer("");
    }

    @Override
    protected void onResume()
    {

        super.onResume();

```

```

    }

    @Override
    public synchronized void onPause()
    {
        super.onPause();
    }

    @Override
    public void onStop()
    {
        super.onStop();
    }

    @Override
    public void onDestroy()
    {
        super.onDestroy();
        // Stop the Bluetooth chat services
        if (mChatService != null) mChatService.stop();
    }

    private void ensureDiscoverable()
    {
        if (mBluetoothAdapter.getScanMode() !=
            BluetoothAdapter.SCAN_MODE_CONNECTABLE_DISCOVERABLE)
        {
            Intent discoverableIntent = new
            Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_DISCOVERABLE);
            discoverableIntent.putExtra(BluetoothAdapter.EXTRA_DISCOVERABLE_D
            URATION, 300);
            startActivity(discoverableIntent);
        }
    }

    /**
     * Sends a message.
     * @param message A string of text to send.
     */
    private void sendMessage(String message)
    {
        // Check that we're actually connected before trying
        anything
        if (mChatService.getState() !=
            BluetoothChatService.STATE_CONNECTED)
        {

```

```

        return;
    }

    // Check that there's actually something to send
    if (message.length() > 0)
    {
        // Get the message bytes and tell the
        BluetoothChatService to write
        byte[] send = message.getBytes();
        mChatService.write(send);

        // Reset out string buffer to zero and clear the edit
        text field
        mOutStringBuffer.setLength(0);
    }
}

@Override
@Deprecated
protected Dialog onCreateDialog(int id)
{
    cal = Calendar.getInstance();
    day = cal.get(Calendar.DAY_OF_MONTH);
    month = cal.get(Calendar.MONTH);
    year = cal.get(Calendar.YEAR);
    return new DatePickerDialog(this, datePickerListener, year,
month, day);
}

private DatePickerDialog.OnDateSetListener datePickerListener
= new DatePickerDialog.OnDateSetListener() {
    public void onDateSet(DatePicker view, int selectedYear,
        int selectedMonth, int selectedDay)
    {
        edtgl.setText(selectedDay + "/" + (selectedMonth + 1)
+ " / "
+ selectedYear);
    }
}

};

// The Handler that gets information back from the
BluetoothChatService
private final Handler mHandler = new Handler() {
    @Override
    public void handleMessage(Message msg)
    {
        Activity activity = ini;
        switch (msg.what)
        {

```

```

        case Constants.MESSAGE_STATE_CHANGE:
            switch (msg.arg1)
            {
                case
BluetoothChatService.STATE_CONNECTED:
                    terkoneksi = true;

btFoto.setBackgroundResource(R.drawable.apptHEME_btn_default_holo
_light);

btProses.setBackgroundResource(R.drawable.apptHEMERED_btn_default
_holo_light);

                    Toast.makeText(activity, "Bluetooth
Terkoneksi", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                    break;
                case
BluetoothChatService.STATE_CONNECTING:
                    break;
                case BluetoothChatService.STATE_LISTEN:
                case BluetoothChatService.STATE_NONE:
                    terkoneksi = false;

btFoto.setBackgroundResource(android.R.drawable.btn_default);
btProses.setBackgroundResource(android.R.drawable.btn_default);

                    break;
            }
            break;
        case Constants.MESSAGE_WRITE:
            byte[] writeBuf = (byte[]) msg.obj;
            // construct a string from the buffer
            String writeMessage = new String(writeBuf);
            break;
        case Constants.MESSAGE_READ:
            byte[] readBuf = (byte[]) msg.obj;
            // construct a string from the valid bytes in the
buffer
            String readMessage = new String(readBuf, 0,
msg.arg1);
            // construct a string from the valid bytes in the
buffer
            readmessage.append(readMessage);
            int endOfLineIndex = readmessage.indexOf("~");

            if (endOfLineIndex > 0)
            {
                //
make sure there data before ~
                String dataInPrint = readmessage.substring(0,
endOfLineIndex);

```

```

        dariarduino = dataInPrint;
        readmessage.delete(0, readmessage.length());
        bacaparam(dariarduino);
    }

    break;
    case Constants.MESSAGE_DEVICE_NAME:
        // save the connected device's name
        mConnectedDeviceName =
msg.getData().getString(Constants.DEVICE_NAME);
        break;
    case Constants.MESSAGE_TOAST:
        break;
    }
}

};

private StringBuilder readmessage= new StringBuilder();
public String dariarduino="";
private void chekparam(){
    sendMessage("RII");
}
private void bacaparam(String readmessage) {
    if (readmessage.contains("*")) {
        String[] dtsensor = readmessage.split("#");
        Toast.makeText(ini, dtsensor[0],
Toast.LENGTH_LONG).show();
        SharedPreferences sharedPrefs = PreferenceManager
            .getDefaultSharedPreferences(this);

        sharedPrefs.edit().putBoolean("prefeksafterrot",strangkatoboolean(
dtsensor[1])).apply();
        trsrot = strangkatoboolean(dtsensor[1]);

        sharedPrefs.edit().putString("prefmakrot",dtsensor[2]).apply();
        makrotar =
Integer.valueOf(dtsensor[2].trim()).intValue();

        sharedPrefs.edit().putBoolean("prefdoublema",strangkatoboolean(dt
sensor[3])).apply();
        doublema = strangkatoboolean(dtsensor[3]);

        sharedPrefs.edit().putString("prefmA",dtsensor[4]).apply();
        ma= Integer.valueOf(dtsensor[4].trim()).intValue();

        sharedPrefs.edit().putString("prefmA2",dtsensor[5]).apply();
        ma2 = Integer.valueOf(dtsensor[5].trim()).intValue();

        sharedPrefs.edit().putString("prefremrot",dtsensor[6]).apply();
        remrot =
Integer.valueOf(dtsensor[6].trim()).intValue();
    }
}

```

```

sharedPrefs.edit().putString("prefjedaeksp",dtsensor[7]).apply();
    tundaijo =
Integer.valueOf(dtsensor[7].trim()).intValue();
    readUserSettings();

}

}

protected boolean trsrot,doublema;
protected int ma,ma2,makrotar,remrot,tundaijo;
protected boolean strangkatoboolen(String angka){
    int a = Integer.valueOf(angka.trim()).intValue();
    if (a==1) {
        return true;
    }else{
        return false;
    }
}
private void enabling(boolean bisa)
{

    cbPeriksa.setEnabled(false);
    edTl.setEnabled(bisa);

}

private final IUsbConnectionHandler mConnectionHandler = new
IUsbConnectionHandler() {
    @Override
    public void onUsbStopped()
    {
        L.e("Usb stopped!");
    }

    @Override
    public void onErrorLooperRunningAlready()
    {

    }

    @Override
    public void onDeviceNotFound()
    {

    }
};

protected int K,pTl,pST,pUdara,pG,pGen,pSpeed,pJarak;
protected double E,G,P,V,A,d,nmAs;

public void lbno1()
{

```

```

        lbDosis.setText("0");
        lbDosis.setTextColor(Color.WHITE);
    }

    private int kV_conv(String nilaikv)
    {
        int hsl;
        if (nilaikv.equals("40"))
        {
            hsl = 0;
        }
        else if (nilaikv.equals("41"))
        {
            hsl = 1;
        }
        else if (nilaikv.equals("42"))
        {
            hsl = 2;
        }
        else if (nilaikv.equals("44"))
        {
            hsl = 3;
        }
        else if (nilaikv.equals("46"))
        {
            hsl = 4;
        }
        else if (nilaikv.equals("48"))
        {
            hsl = 5;
        }
        else if (nilaikv.equals("50"))
        {
            hsl = 6;
        }
        else if (nilaikv.equals("52"))
        {
            hsl = 7;
        }
        else if (nilaikv.equals("54"))
        {
            hsl = 8;
        }
        else if (nilaikv.equals("58"))
        {
            hsl = 9;
        }
        else if (nilaikv.equals("60"))
        {
            hsl = 10;
        }
        else if (nilaikv.equals("63"))
        {
            hsl = 11;
        }
    }

```

```

}
else if (nilaikv.equals("66"))
{
    hsl = 12;
}
else if (nilaikv.equals("70"))
{
    hsl = 13;
}
else if (nilaikv.equals("73"))
{
    hsl = 14;
}
else if (nilaikv.equals("77"))
{
    hsl = 15;
}
else if (nilaikv.equals("81"))
{
    hsl = 16;
}
else if (nilaikv.equals("85"))
{
    hsl = 17;
}
else if (nilaikv.equals("90"))
{
    hsl = 18;
}
else if (nilaikv.equals("96"))
{
    hsl = 19;
}
else if (nilaikv.equals("102"))
{
    hsl = 20;
}
else
if (nilaikv.equals("109"))
{
    hsl = 21;
}
else if (nilaikv.equals("117"))
{
    hsl = 22;
}
else if (nilaikv.equals("125"))
{
    hsl = 23;
}
else if (nilaikv.equals("133"))
{
    hsl = 24;
}
}

```

```

else if (nilaikkv.equals("141"))
{
    hsl = 25;
}
else
{
    hsl = 26; //150
}

return hsl;
}

public void hitunglbmas()
{
    K = 0;
    if
(cbPeriksa.getSelectedItem().toString().contains("Thorax"))
    {
        K = 7 + pG + pGen + pSpeed + pJarak + (int)(pTl / 2);
    }

    double[] mAs=new double[41];
    mAs[0] = 0.1;mAs[1] = 0.125;mAs[2] = 0.16;mAs[3] =
0.2;mAs[4] = 0.25;mAs[5] = 0.32;mAs[6] = 0.4;mAs[7] = 0.5;mAs[8]
= 0.63;
    mAs[9] = 0.8;mAs[10] = 1;mAs[11] = 1.25;mAs[12] =
1.6;mAs[13] = 2;mAs[14] = 2.5;mAs[15] = 3.2;mAs[16] = 4;mAs[17] =
5;
    mAs[18] = 6.3;mAs[19] = 8;mAs[20] = 10;mAs[21] =
12.5;mAs[22] = 16;mAs[23] = 20;mAs[24] = 25;mAs[25] = 32;mAs[26]
= 40;
    mAs[27] = 50;mAs[28] = 63;mAs[29] = 80;mAs[30] =
100;mAs[31] = 125;mAs[32] = 160;mAs[33] = 200;mAs[34] =
250;mAs[35] = 320;
    mAs[36] = 400;mAs[37] = 500;mAs[38] = 630;mAs[39] =
800;mAs[40] = 1000;
    int j;

    j = K - (kv_conv(lbKV.getSelectedItem().toString())) + 10;

    try
    {
        if (j < (0))
        {
            lbmAs.setText("0");
            nmAs = 0;
        }
        else if (j > 40)
        {
            lbmAs.setText("0");

```

```

        nmAs = 0;
    }
    else
    {
        lblmAs.setText(new
java.text.DecimalFormat("#.###").format(mAs[j]));
        nmAs = mAs[j];
    }

}
catch (Exception ex)
{
    return;
}

}

private MenuItem menusimpan;

@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu)
{
    getMenuInflater().inflate(R.menu.settings, menu);
    menusimpan = menu.getItem(1);
    menusimpan.setEnabled(false);
    return true;
}

public void showPopup(View v){
    PopupMenu popup = new PopupMenu(this,v);
    popup.getMenu().setQwertyMode(true);
    popup.setOnMenuItemClickListener(this);
    popup.inflate(R.menu.settings);
    menusimpan = popup.getMenu().getItem(1);
    menusimpan.setEnabled(false);
    popup.show();
}

@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item)
{
    switch (item.getItemId())
    {
        case R.id.menu_new:
            menusimpan.setEnabled(true);
            baru = true;
            enabling(true);
            edt1.setSelection(0);

            //cbPeriksa.setSelection(6);
            break;
        case R.id.menu_settings:
            Intent i = new Intent(this,
UserSettingActivity.class);

```

```

        startActivityForResult(i, RESULT_SETTINGS);
        break;
    case R.id.conect_device:
        Intent b = new Intent(this,
DeviceListActivity.class);
        startActivityForResult(b,
REQUEST_CONNECT_DEVICE_INSECURE);

        break;
    case R.id.menu_cari:
        Intent c = new Intent(this, CariActivity.class);
        startActivityForResult(c, RESULT_SETTINGS);
        break;

    case R.id.menu_simpan:
        Intent e = new Intent(this, SimpanActivity.class);
        startActivityForResult(e, RESULT_SETTINGS);
        break;

    case R.id.menu_about:
        Intent d = new Intent(this, AboutActivity.class);
        startActivityForResult(d, RESULT_SETTINGS);
        break;
    }

    return true;
}

@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item)
{
    switch (item.getItemId())
    {
        case R.id.menu_settings:
            Intent i = new Intent(this,
UserSettingActivity.class);
            startActivityForResult(i, RESULT_SETTINGS);
            break;
        case R.id.conect_device:

            Intent b = new Intent(this,
DeviceListActivity.class);
            startActivityForResult(b,
REQUEST_CONNECT_DEVICE_INSECURE);

            break;
        case R.id.menu_cari:
            Intent c = new Intent(this, CariActivity.class);
            startActivityForResult(c, RESULT_SETTINGS);
            break;

        case R.id.menu_simpan:

```

```

        Intent e = new Intent(this, SimpanActivity.class);
        startActivityForResult(e, RESULT_SETTINGS);
        break;
    case R.id.menu_new:

        baru = true;
        enabling(true);
        break;
    case R.id.menu_about:
        Intent d = new Intent(this,
AboutActivity.class);startActivityForResult(d, RESULT_SETTINGS);
        break;
    }

    return true;
}

private String address;
private void connectDevice(Intent data, boolean secure)
{
    // Get the device MAC address
    address = data.getExtras()
        .getString(DeviceListActivity.EXTRA_DEVICE_ADDRESS);
    // Get the BluetoothDevice object
    BluetoothDevice device =
mBluetoothAdapter.getRemoteDevice(address);
    // Attempt to connect to the device
    mChatService.connect(device, secure);
}

@Override
protected void onActivityResult(int requestCode, int
resultCode, Intent data)
{
    super.onActivityResult(requestCode, resultCode, data);

    switch (requestCode)
    {
        case RESULT_SETTINGS:
            readUserSettings();
            break;
        case REQUEST_CONNECT_DEVICE_INSECURE:
            if (resultCode == Activity.RESULT_OK)
            {
                connectDevice(data, false);
            }
            break;
        case REQUEST_ENABLE_BT:
            if (resultCode == Activity.RESULT_OK)
            {
                setupChat();
            }
            break;
    }
}

```

```

    }
}

protected String stgrid, sts speed, stgen, stjarak, stma;
//protected int ma;
private void readUserSettings()
{
    SharedPreferences sharedPrefs = PreferenceManager
        .getDefaultSharedPreferences(this);

    stgrid = sharedPrefs.getString("prefvargrid", "tanpa
grid");
    lbGrid.setText(stgrid);
    if (stgrid.equals("tanpa grid"))
    {
        pG = 0;
    }
    else if (stgrid.equals("lysolm"))
    {
        pG = 4;
    }
    else
    {
        pG = 5;
    }
    sts speed = sharedPrefs.getString("prefvarspeed", "200");
    if (sts speed.equals("200"))
    {
        pSpeed = 4;
    }
    else if (sts speed.equals("400"))
    {
        pSpeed = 0;
    }
    else
    {
        pSpeed = -4;
    }
    stgen = sharedPrefs.getString("prefvargen", "6 pulsa");
    if (stgen.equals("6 pulsa"))
    {
        pGen = 1;
    }
    else if (stgen.equals("1 pulsa"))
    {
        pGen = 2;
    }
    else if (stgen.equals("2 pulsa"))
    {
        pGen = 2;
    }
}

```

```

    }
    else if (stgen.equals("12 pulsa"))
    {
        pGen = 0;
    }
    else
    {
        pGen = 0;
    }
    stjarak = sharedPreferences.getString("prefvarjarak", "100");
    if (stjarak.equals("100"))
    {
        pJarak = 0;
    }
    else if (stjarak.equals("120"))
    {
        pJarak = 1;
    }
    else if (stjarak.equals("135"))
    {
        pJarak = 2;
    }
    else
    {
        pJarak = 3;
    }

    stma = sharedPreferences.getString("prefmA", "100");
    if (!stma.equals("") || stma != null)
    {
        try
        {
            ma = new Integer(stma).intValue();
        }
        catch (NumberFormatException e)
        {}
    }
    else
    {
        ma = 0;
    }
    int y=0;
    do {
        lbKV.setSelection(y);
        y++;
        Toast test =
        Toast.makeText(getApplicationContext(), lbKV.getSelectedItem().toString(), 10);
        test.show();
    }while(
    !lbKV.getSelectedItem().toString().equals(sharedPreferences.getString("
    prefsetkv", "70")) );

    int x =0;
    do {
        cbPeriksa.setSelection(x);

```

```
        x++;  
    }while(  
!cbPeriksa.getSelectedItem().toString().equals(sharedPrefs.getString("prefsetperiksa","Thorax PA")) );  
  
    })
```




 Temukan pesan, dokumen, foto, atau orang
 












[JEECS] Submission Acknowledgement
Yahoo/Email M... ★


T. Sutikno <ijeeecs@iaescore.com>
 Kepada: Djoko Sukwono


 Min, 6 Jun jam 19.40 ★

The following message is being delivered on behalf of Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science.

- JEECS for writing format and style: <https://iaescore.com/gfa/ijeeecs.docx>
- Research paper: min 25 references primarily to journal papers
- Review paper: min 50 references primarily to journal papers
- Similarity score of your manuscript must be less than 25%

Dear Prof/Dr/Mr/Mrs: Djoko Sukwono,

Thank you for submitting the manuscript, "Formulation of the Exposure Factor in Radiography Preparation" to Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:
<http://ijeeecs.iaescore.com/index.php/IJEECS/author/submission/25380>
 Username: djokosukwono

A high quality paper should has:
 (1) a clear statement of the problem the paper is addressing;
 (2) the proposed solution(s); and

Formulation of the Exposure Factor in Radiography Preparation

Djoko Sukwono¹, Arief Marwanto², Suryani Alifah³

^{1,3} Magister Teknik Elektro, Semarang, Indonesia

² Department of Magister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia

Article Info

ABSTRACT

Article history:

Received Oct 1, 2018

Revised Dec 10, 2018

Accepted Jan 25, 2019

Keywords:

X-ray

calculator

ecorad

Radiography

Medical

In radiographs exposure, an accurate quantity of exposure factor is needed. The determination of the quantity of the exposure factor is based on measurements, and habits and experience of the medical officer. However, the situation has lead to failure of photo exposure of the radiograph. An accurate of exposure has deviated and the precision of radiation is inefficient. To addressing this problem, the determination of the quantity of the exposure factor has proposed by mathematical calculations, so that the accuracy of radiation is improved.

A formulation has been proposed to determining the exposure factor in radiograph images by conducting system point based on Siemens table. Moreover, exposure equation has development in software in order to made exposure system automatically and controlled over android phone.

The results show that by determine the exposure factors of radiation received by patients with a starting point amount of 7 points able perform well. The software able to conduct exposure factor and skin dose information was automatically. Therefore, an improvement of image

radiographs has shown an optimal quality which increases of accuracy and precision.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



Corresponding Author:

Arief marwanto, ST, M. Eng, Ph. D,

Lecturer in Master of Electrical Engineering Department, Faculty of Industrial Technology,
Sultan Agung Islamic University,

Jl. Kaligawe Raya Km. 4, Terboyo Kulon, Semarang, Central Java 50112, Indonesia

Email: arief@unissula.ac.id

1. INTRODUCTION

X-rays are equipment that is very widely used in medical circles, for diagnostic purposes as well as for screening in order to monitor the health of employees in an employing company with high health risks [1]–[6]. Examinations What is often done for medical check-ups is shooting Thorax photos or Chest photos Currently, the X-Ray equipment used is still using equipment which is also used as equipment for general examinations, which has a regulation of exposure factors consisting of kV and mAs which vary quite a lot for the purposes of shooting the whole body[7]–[12]. X-ray aircraft used today for the microcontroller unit Medical Ches Unit (MCU) use manual controls in determining the exposure factor so that the radiation level used cannot be controlled properly[9][6]. Sometimes it can be high, sometimes it can be too low and this results in the resulting image being rejected. The error of the exposure factor is very high, this is because there is no system on the x ray device that is able to determine the exact exposure factor[13]–[19] . The reality in the field is that a radiographer makes a radiograph by referring to a predetermined or written table, as a reference in carrying out exposure or shooting[20]–[25],[26]. Usually radiographers have difficulty remembering the quantity of exposure factors that have been written or labeled and have difficulty using different X-ray planes[4], [5], [9]. The data from the table is also not from mathematical calculations, but based on experience and guesswork, so it really depends on feelings [9], [15], [27]–[29]. Based on the data obtained in the field, the occurrence of reject or rejection of films by 60% is due to an error in the quantity of the exposure factor With the occurrence of repeated photos, the dose received by the patient will increase, and this also makes the costs incurred

even more [8], [14], [30]–[32]. The making of this android-based expression factor formulation aims to implement the calculation of the exposure factor empirically which is applied as software in Android[3], [15], [16], [29], [32], [34], [35], so that in setting the quantity of the exposure factor it can be determined precisely and finally can produce a radiograph that has optimal quality, controlled radiation dose and reduce Radiograph failure rate due to determination of exposure factors to support the diagnosis [18], [23]–[25]. An exposure factor calculator can be made for Lung Medical Check ups using mathematical calculations of experimental research results applied in making software so that it can help radiographers in determining the quantity of exposure factors, so that the quality of radiographs produced is more optimal and varied [4], [15], [17], [37]. So that it can reduce radiation exposure in patients and more so to workers the constellation of faulty expositional factors [19], [38].



2. PROPOSED SYSTEM MODEL

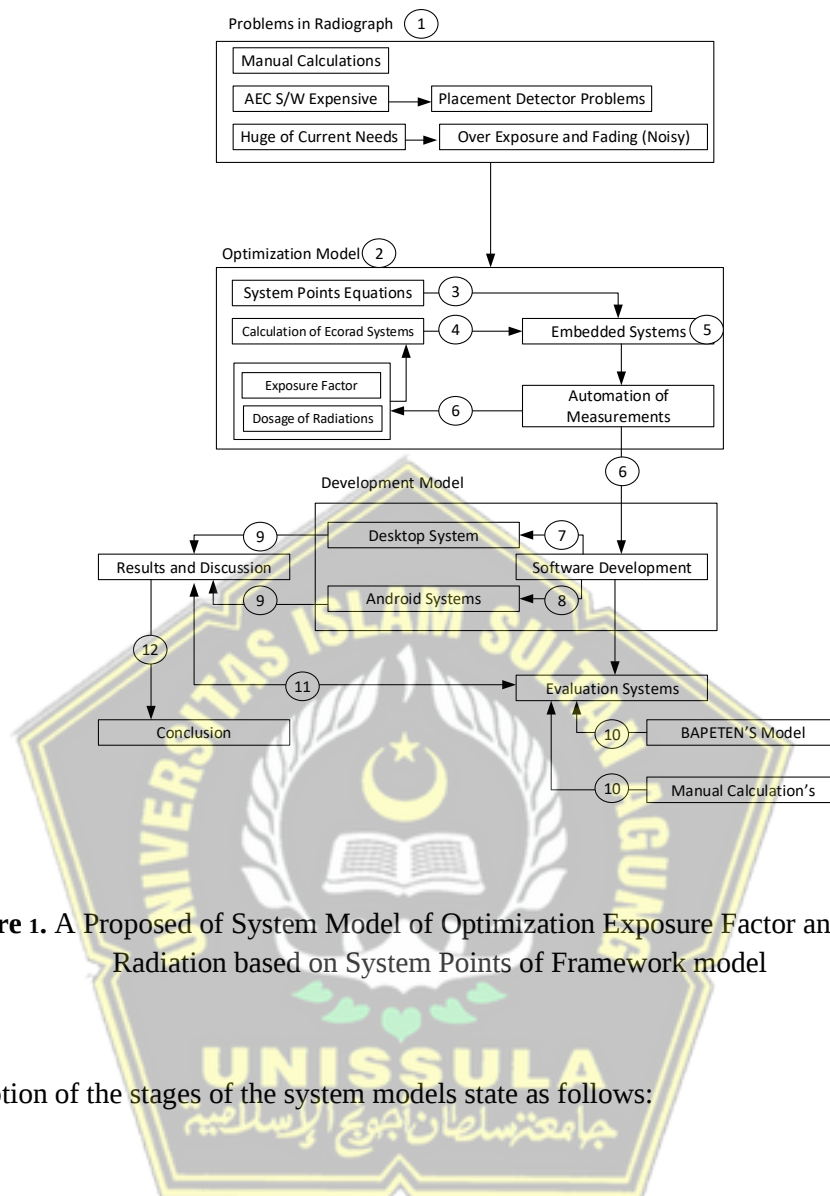


Figure 1. A Proposed of System Model of Optimization Exposure Factor and Dosage Radiation based on System Points of Framework model

Description of the stages of the system models state as follows:

1. The problem of determining exposure factors in radiography services is due to the absence of a simple and easy calculation technique in use. So that the manufacture of control of radiographic equipment using manual and automatic systems is a problem with very large dosages and electricity current requirements.
2. It is necessary to optimize the irradiation factor that is able to provide ease of use, be accurate and reduce unnecessary radiation dosages which will impact the use of electrical power is decreased.
3. The data on the system points is developed by making the number of points on bone shoots 1 cm as reference. 1-cm bone of shooting thickness has been used for a basis measurement object of making the ECORAD equation.
4. In order to define an accurate exposure factor and irradiation, the calculation of the exposure factor is formulated based on the system points equation.

5. The ECORAD equation is developed based on system points parameter which is deployed in a software system in the Android platform.
6. An automation of the proposed software able measurements of the kV and mAs exposure factors automatically. A skin dosage information can be measured in the proposed software systems.
7. Software has been developed in the desktop and android platform.
8. Software has been developed in the desktop and android platform.
9. Results and discussion of the proposed model has been carried out in this stage.
10. Performance evaluation has been compared based on BAPETEN's standard measurement and manual calculation based on system points equations.
11. Exposure factor value with the estimated dosage produced is still below the level of the provisions of BAPETEN has been verified in order to check the results of the measurements.
12. The conclusion of this study is that the Ecorad formulation is able to provide information on exposure factors that produce good radiographs image with the use of dosages that are under the provisions of the regulatory agency (BAPETEN's).

To determine the quantity of the exposure factor in the radiodiagnostic image unit, a system points equations and software has been proposed and developed which referred as *ECORADE* software. This software has provided information that able to determine the quantity of the exposure factor and information on the radiation dose that received by the patient based on system points equations. The Points System software is made in a user friendly form and display.

The points system software (Ecorade) design has comprises of (as shown in Figure 2):

- a. Patient data which consists of the radiological examination number, date of examination, patient name, and type of examination.
- b. Determination of the quantity of the exposure factor

This information is used to determine the quantity of the exposure factor in making radiograph images in the radiodiagnostic unit, consisting of:

- a. Bone variable, this variable is intended as a data entry for bone thickness, then the program immediately processes the point value for the bone variable.
- b. Soft tissue variable (soft tissue) By entering the soft tissue thickness data, the user can immediately see the point value for the soft tissue.

- c. Air variable, after entering the air thickness data, the program will display the point value for the air.
- d. Grid variable, in this variable, you can choose how to use the grid, then the program will display the point value for the grid variable. There are several options for grid variables including: no grid, lysolm, and bucky.
- e. Variable film speed, in this variable, there are several options for the variable speed film. Among others, the 200, 400, and 600 speeds correspond to the speed of the film used when making radiograph images.
- f. Generator variable, in this variable, there are several options for the use of the generator according to the type of generator on the X-ray aircraft used.
- g. The generator variable options are multipulse, 6 pulses, and 12 pulses.
- h. Distance variable. This variable is intended for the choice of distance use (FFD) at the time of making a radiograph image.

The parameters are formulated, in order to obtain the results of the large quantity of the exposure factor consisting of voltage (kV), tube current and required irradiation time (mAs). The determination of the quantity of the exposure factor is calculated based on the standard terms of exposure which refer to the Conversion Points of Expansion Table (Siemens, 1996). The following proposed equation as follows:

$$K = \text{points } x1 + \text{points } x2 + \text{points } x3 + \text{points } x4 + \text{points } x5 + \text{points } x6 + \text{points } x7 + \dots\dots\dots (1)$$

Where:

K = Total points

x1 = Thickness of the Bone

x2 = Soft tissue thickness

x3 = Thickness of Air

x4 = Grid conversion factor (lysolm or bucky)

x5 = Intensifying Screen conversion factor

x6 = Generator conversion factor

x7 = FFD conversion factor

This equation is embedded in the proposed software and a Delphi language has been used in order to developing system point software (Ecorade).

3. Systems Points Proposed Software

Program Penentuan Faktor Eksposi dan Informasi Dosis

Memor: 0877676
Tanggal: 11/07/2007
Nama Pasien: Harjo Sumarto
Pemeriksaan: Kepala PA

Variabel Tulang: 14 cm 21 Poin
Variabel Soft Tissue: 3 cm 1 Poin
Variabel Udara: 0 cm 0 Poin
Variabel Grid/Bucky: bucky 5 Poin
Variabel Speed Film: 400 0 Poin
Variabel Generator: multipulsa 0 Poin
Variabel Jarak: 105 Poin

Total Poin : 27
Poin Tegangan dipilih : 14
Tegangan : 73 kV
Arus dan Waktu : 20 mAs

Perkiraan Dosis Paparan (mR): 145.007

Proses About Keluar

Figure 2. The Display of the Calculation Form for Determining the Quantity of the Expansion Factor in ECORADE Software Systems

Figure 2 has shown exposure factor and dosage information of the systems point parameters. Those model is proposed for lungs and thorax photograph radiations. The proposed software measured automatically which produce of total point that are needed and dosage of radiations. The system points are x_1 = Thickness of the Bone; x_2 = Soft tissue thickness; x_3 = Thickness of Air; x_4 = Grid conversion factor (lysolm or bucky); x_5 = Intensifying Screen conversion factors; x_6 = Generator conversion factor; x_7 = FFD conversion factor. Has been displayed and fulfil by the values of Siemens Table. Therefore, total point has comeout with a value of volateg needed and doage of radiation. The factor of exposure value of the kV variable points according the image needs. Moreover, the proceed of propose value has produce irradiation factor (in kV), and the estimated skin dose (in mAs).

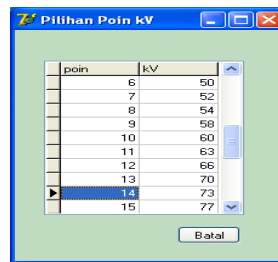


Figure 3. Display of the expression point conversion table form

No.	Checking Types	Results					
		Calculation by Software (AEC)			Manual Calculation		
		Total Points	Voltage (kV)	Current and Time (mAs)	Total Points	Voltage (kV)	Current and Time (mAs)
1	Cervical AP	21	60	12	21	60	12
2	Lumbosacral Lat	30	85	20	30,5	85	20
3	Cruris AP	15	60	3,2	15	60	3,2
4	Thoracolumbal AP	22	77	5	22,5	77	5
5	Thoracolumbal Lat	28	90	10	28,5	90	10
6	Abdomen AP	25	85	6,3	25	85	6,3
7	Cranium AP	27	81	12,5	27,5	81	12,5
8	Cranium Lat	23	77	6,3	23,5	77	6,3
9	Pelvis AP	25	85	5	25,5	85	6,3
10	Antebrakhi AP	12	50	4	12	50	4

Information on the estimated dosage of radiation received by the patient has come out in Figure 3. The Points System software provides information on the estimated dose received by the patient. By pushed the "process" button, the dosage information is displayed in the Points System software as well as.

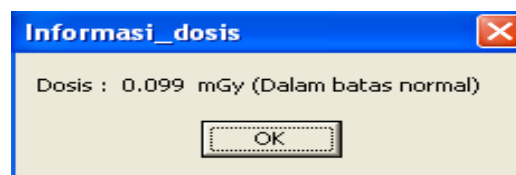


Figure 4. Display of Information Form for Estimating Dose of Radiation Received by Patients

Figure 4 has shown the display of estimating dosage of radiation received by patients, it is **amounting** of 0.099 mGy which is within in limits and below the allowable dosage, for example for a lungs photo of 0.4 mGy.

4. RESULTS AND ANALYSIS

Determination of the quantity of the exposure factor by measuring the thickness of the object on the patient to be examined and then entering the parameters that support the determination of the quantity of the exposure factor, then the total points will be obtained, as a basis for calculating the quantity of the exposure factor. After getting the total points, the tube voltage (kV), tube current and irradiation time (mAs) can be determined precisely.

Table.1. The Results of Points System Testing with Phantom Objects. The AEC software system has compared with the applications.

Table 2 has shown, the exposure factor obtained from the calculator application (AEC) is compared with the calculation of the same formula but manually without the application. The results has obtained the same factor of exposure amongs proposed systems, AEC software and manual calculation.

Table 2. The Results of Points Systems Testing with Patient Objects

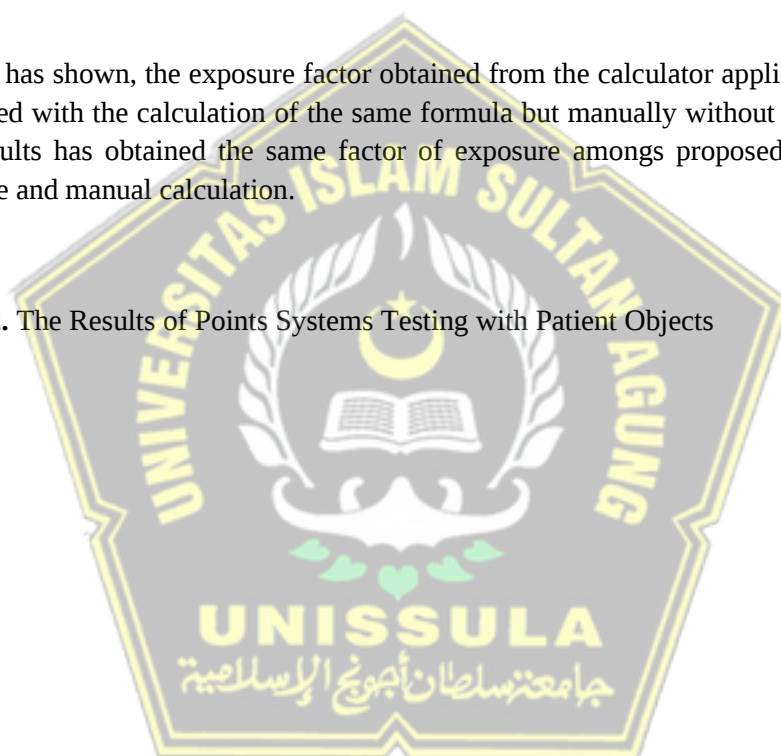


Table 3. The Results for Determination of the Quantity of the Expression Factor in the Points System Program based on Patient Objects in Radiology

NO.	TYPE OF PMX	TESTING SYSTEM POINTS PARAMETERS	RESULTS
-----	-------------	----------------------------------	---------

	PATIENT'S NAME		Tot T	TT	TJ	TU	FG	FS	FGE	FJ	Tot Poin	Teg. (kV)	A (mAs)
1	Ny. X	Cervical AP	12	6	6	-	bucky	400	multipuls	105	21	60	12
2	Ny. XX	Lumbosacral Lat	28	9	19	-	bucky	400	multipuls	105	30	85	20
3	Tn. Y	Cruris AP	8	8	-	-	tanpa	400	multipuls	105	15	60	3
4	Tn. YY	Thoraco lumbal AP	12	9	3	-	bucky	400	multipuls	105	22	77	5
5	Tn. YY	Thoraco lumbal Lat	24	9	15	-	bucky	400	multipuls	105	28	90	10
6	Ny. XY	Abdomen AP	16	10	6	-	bucky	400	multipuls	105	25	85	6,3
7	Tn. XyX	Cranium AP	17	14	3	-	bucky	400	multipuls	105	27	81	12,5
8	Tn. XyX	Cranium Lat	13	10	3	-	bucky	400	multipuls	105	23	77	6,3
9	Tn. XyX	Pelvis AP	17	10	7	-	bucky	400	multipuls	105	25	85	6,3
10	Tn. XyX	Antebrakhi AP	5	5	-	-	tanpa	400	multipuls	105	12	50	4

Where:

Tot T	=	Total Thickness (cm)
TT	=	Thickness of bone (cm)
TJ	=	Thickness of soft tissue (cm)
TU	=	Thickness of air (cm)
FG	=	Grid conversion factor
FS	=	Speed conversion factor
FGE	=	Generator conversion factor
FJ	=	Distance conversion factor

Table 3 has shown the results of determining the quantity of the exposure factor, it was

No.	Thick (cm)	Results								
		Proposed Points System			Auto Exposure Calculation			Manual Calculation		
		Total Points	Voltage (kV)	Current and Time (mAs)	Total Points	Voltage (kV)	Current and Time (mAs)	Total Points	Voltage (kV)	Current and Time (mAs)
1	5	11	48	4	11	50	3,98	11	48	4
2	6	12	42	10	12	42	9,65	11.5	42	10
3	7	13	50	5	13	50	5,55	13	50	5

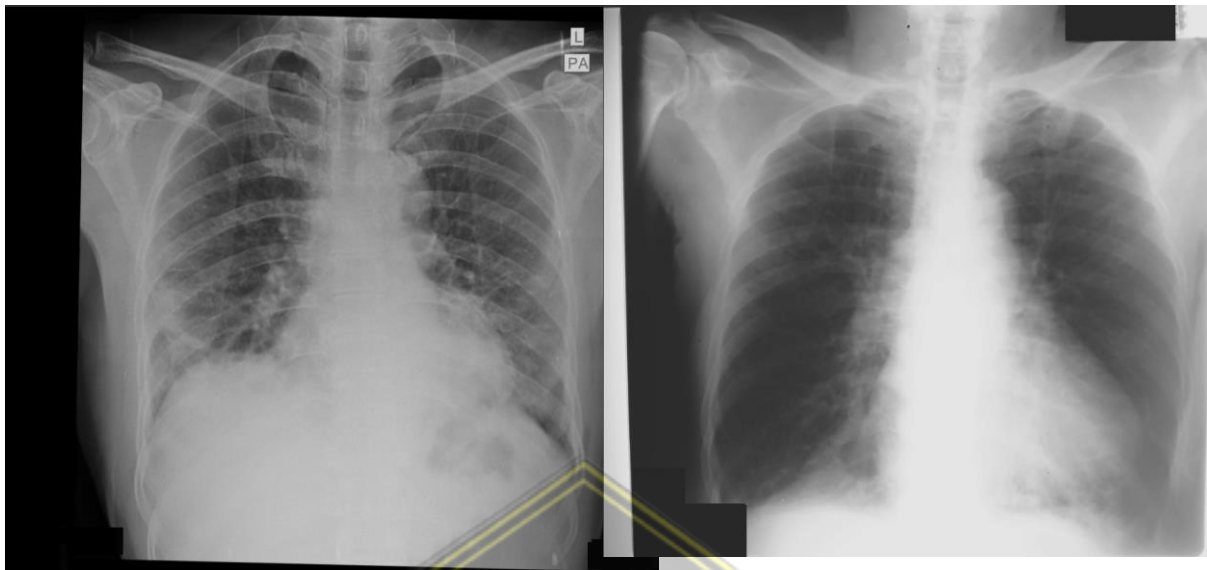
obtained the amount of voltage (kV), tube current and irradiation time (mAs) used for

making radiograph images. The program has proceeded it to obtain information on the amount of radiation dose received by the patient approximately. If the dosage is within normal limits, the information "still within normal limits" is appeared. This information is obtained from the Dosage Guidelines for BAPETEN Radiodiagnostic Patients.

Table 4. The Results of Comparative Testing on the Estimated Dosage of Radiation Received by Patients

NO	PATIENT'S NAME	CHECKING TYPES	RESULTS	
			BAPETEN (mGy)	PROPOSED SYSTEM POINTS (mGy)
1	Ny. X	Cervical AP	5	0,539
2	Ny. XX	Lumbosacral Lat	30	1,725
3	Tn. Y	Cruris AP	0,9	0,138
4	Tn. YY	Thoraco lumbal AP	7	0,354
5	Tn. YY	Thoraco lumbal Lat	20	0,967
6	Ny. XY	Abdomen AP	10	0,544
7	Tn. XyX	Cranium AP	5	0,974
8	Tn. XyX	Cranium Lat	3	0,446
9	Tn. XyX	Pelvis AP	10	0,431
10	Tn. XyX	Antebrakhi AP	0,7	0,119

It can be seen Table 4 shows that the proposed software and equation more accurately and able to determine the quantity of the exposure factor consisting of voltage (kV), tube current and irradiation time (mAs) precisely. Therefore, the image quality of the proposed model is improved and has a good quality. Moreover, the good image quality is able to improve diagnostic analysis by the physician. As an example, for the *Cervical AP* photos in BAPETEN calculation has pointed of 5 mGy value while using system points has resulted of 0.539. Therefore, a system points more efficient and effective compared than BAPETEN's calculation model. Moreover, a Point System software able to provide an accurately information by approximately the amount of radiation dosage that should received by the patients. Therefore, the hazard to the patient able to avoided, and the physician officer could evaluate immediately if the dosage is outside the standard provisions of BAPETEN's radiodiagnostic patient dosage guideliness.



(a) An Image using Ecorade System Points Software with 70 kV and the thickness of 24 cm mAs (b) An Image without System Points Software with 70 kV and the thickness of 24 cm mAs

Figure 5. The comparison of quality image of radiograph which applied of System Points Model and without System Points Model.

Figure 5 has shown the comparative model of using ecorade system points software that applied system points equation and without system points model. As seen, the image of (a) has a good image quality with a clear image and high resolution of pixel. Whereas image (b) has resulted in unclear image, reduced resolution and low image resolutions. Therefore, by applied of system points model in a software, able to improve image quality, highly gained resolution and more accurately.

5. CONCLUSION

Based on the proposed model, a system point has involved and embedded in software development which able to measure exposure factor and dosage radiations information accurately. Optimal quality of image has been achieved by applying of system points parameters into a software. Based on questionnaire of the physician officer, a satisfaction image quality has been optimal with conditional of strongly agree has pointed to 62% and agree has reach 32%. Moreover, the proposed software has been simplifying the quantifying of exposure factor without error and more accurate and minimize of voltage and current uses. In a future, ANN and Artificial Intelligence able to deployed in order to gain highly precision of image based on system points parameters.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Allah SWT who is most gracious and compassionate, to Mrs. and Mr. Alm, who have taught me a strong foundation as well as to my wife and four children who are always loyal to accompany and encourage. To Arief Marwanto, ST., M.Eng., Ph. D and Ir. Suryani Alifah, MT, Ph. D as the supervisor of this research, and during my studies in the Department of Electrical Engineering, Sultan Agung Islamic University in Semarang Indonesia.

REFERENCES

- [1] H. R. Fajrin, Z. Rahmat, and D. Sukwono, "Kilovolt peak meter design as a calibrator of X-ray machine," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 2328–2335, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i4.pp2328-2335.
- [2] S. Santoso, M. Haddin, E. Nuryanto, and B. Susilo, "Determination of Exposure Factors And Interlock System Base on Fuzzy Logic In X-Ray Conventional Generator," vol. 6, no. 4, 2018.
- [3] S. Guo, J. Wu, M. Xiang, and S. Wei, "Study of control system for X-ray generator," *Procedia Eng.*, vol. 7, pp. 209–212, 2010, doi: 10.1016/j.proeng.2010.11.032.
- [4] M. Irsal and G. Winarno, "Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20527/flux.v17i1.7085.
- [5] M. I. Fajri and L. Anifah, "Deteksi Status Kanker Paru-Paru Pada Citra Ct Scan Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *Tek. Elektro*, vol. 7 no. 3, pp. 121–126, 2018.
- [6] N. N. Potrakhov, V. B. Bessonov, A. V. Obodovskiy, A. Y. Gryaznov, K. K. Guk, and N. E. Staroverov, "Modern technologies of X-ray systems for control of electronic components," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 387, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/387/1/012061.
- [7] T. W. Kwon *et al.*, "Diagnostic performance of artificial intelligence model for pneumonia from chest radiography," *PLoS One*, vol. 16, no. 4 April, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0249399.
- [8] A.-J. A. Kareem, S. N. C. W. M. P. S. K. Hulugalle, and H. K. Al-hamadani, "A Quality Control Test for General X-Ray Machine," *Wsn*, vol. 90, no. November, pp. 11–30, 2017, [Online]. Available: www.worldscientificnews.com.
- [9] J. R. Hampel and A. A. Pascoal, "Comparison and optimization of imaging techniques in suspected physical abuse paediatric radiography," *Br. J. Radiol.*, vol. 91, no. 1083, 2018, doi: 10.1259/bjr.20170650.
- [10] N. Sakabe *et al.*, "U-shape rotating anti-cathode compact X-ray generator: 20 times stronger than the commercially available X-ray source," *J. Synchrotron Radiat.*, vol. 20, no. 6, pp. 829–833, 2013, doi: 10.1107/S0909049513022188.
- [11] N. H. Wijaya, Budimansyah, and D. Sukwono, "Wireless X-ray Machine Control Based

- on Arduino with Kv Parameters,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1430, no. 1, pp. 0–9, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1430/1/012040.
- [12] N. H. Wijaya, A. Yudhana, Robiyansah, and D. Sukwono, “X-Ray machine control with wireless based on mA parameters,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012080, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012080.
- [13] J. Nosil, “Automatic exposure controlled X ray,” no. May, 2018.
- [14] F. Ugm, “Metode Segmentasi Paru-paru dan Jantung Pada Citra X-Ray Thorax,” *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 1, no. 2, pp. 35–44, 2013, doi: 10.22146/ijeis.1961.
- [15] F. P. Lestari, C. Anam, Y. Hardiyanti, and F. Haryanto, “Automated Universal Image Quality Index Measurement vs. Automated Noise Measurement: Which Method is Better to Define CT Image Quality?,” *J. Penelit. Fis. dan Apl.*, vol. 9, no. 2, p. 132, 2019, doi: 10.26740/jpfa.v9n2.p132-139.
- [16] S. Gideon and T. Guswantoro, “Optimasi Citra Dicom Dengan Menggunakan Aplikasi Pada Smartphone Android,” *Pros. SNFA (Seminar Nas. Fis. dan Apl.)*, vol. 3, no. 1, p. 258, 2019, doi: 10.20961/prosidingsnfa.v3i0.28558.
- [17] T. Malaka, “Analisis faktor risiko paparan radiasi sinar-x terhadap perubahan jumlah limfosit pada radiografer di kota Palembang Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan Analytic Cross Sectional Study yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel shift d,” vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jkk/article/view/6089/3280>.
- [18] L. Muqmiroh, S. I. Praptono, R. Rusmanto, R. Latifah, and N. D. Sensusiati, “the Radiation Dose Profile in Pediatric Interventional Cardiology To Estimate the Stochastic Effect Risk: Preliminary Study,” *J. Vocat. Heal. Stud.*, vol. 1, no. 3, p. 107, 2018, doi: 10.20473/jvhs.v1.i3.2018.107-112.
- [19] L. Listyalina, “Peningkatan Kualitas Citra Foto Rontgen Sebagai Media Deteksi Kanker Paru,” *J. Teknol. Inf.*, vol. XII, no. 34, pp. 110–118, 2017, [Online]. Available: <http://jti.respati.ac.id/index.php/jurnaljti/article/viewFile/1/1>.
- [20] M. E. S. Ensor and S. Y. F. Or, “X-ray u,” 2007.
- [21] J. Hoyer et al., “A smartphone application for organ dose estimation in CT, to mosynthesis, and radiography,” *Med. Phys.*, vol. 44, no. 6, 2017.
- [22] D. Rochmayanti et al., “Pelatihan Pengaturan Indeks Exposure untuk Optimasi Kualitas Radiograf dan Estimasi Dosis pada Computer Radiografi Kodak (Studi Klinis Organ Thoraks Pulmonum dan Abdomen),” *J. Link*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [23] B. Budi and H. Sutanto, “TEGANGAN TABUNG TERHADAP NILAI DENSITAS RADIOGRAF,” *Youngster Phys. J.*, vol. 4, no. 2, 2015.
- [24] A. W. Sari and E. Fransiska, “Pengaruh Faktor Eksposi dengan Ketebalan Objek pada Pemeriksaan Foto Thorax Terhadap Gambaran Radiografi,” *J. Heal.*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.30590/vol5-no1-p17-21.
- [25] “APLIKASI PERANGKAT LUNAK BERBASIS MATLAB UNTUK PENGUKURAN RADIOGRAF DIGITAL,” *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 9, no. 1, 2013, doi: 10.15294/jpfi.v9i1.2584.
- [26] F. Souisa, Ratnawati, and B. Sudarsana, “PENGARUH PERUBAHAN JARAK OBYEK KE FILM TERHADAP PEMBESARAN OBYEK I. PENDAHULUAN Radiografi penunjang merupakan yang sarana sudah dengan tujuan untuk Pemanfaatan sinar-X dalam radiodiagnostik oleh fisika medis sangat menunjang untuk memperkuat diagnosa .,” vol. 15, no. 2, pp. 15–21, 2014.
- [27] M. Winslow, X. George xu, B. Yazici, and I. Son, “TU-C-I-609-04: Optimization of

- Radiographic Imaging Using Simulated Radiography and Electronic Observers,” *Med. Phys.*, vol. 32, no. 6, 2005, doi: 10.1118/1.1998335.
- [28] A. B. MacLean, “(I) A Nomogram for Radiography (II) An Exposure Calculator for Radiography,” *Br. J. Radiol.*, vol. 10, no. 118, 1937, doi: 10.1259/0007-1285-10-118-753.
- [29] B. M. Burt, “Radiography nomography: Utility of a calculator in rational preoperative decision making for subsolid pulmonary nodules,” *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, vol. 153, no. 2, 2017, doi: 10.1016/j.jtcvs.2016.10.047.
- [30] G. U. V. Rao, “A simple radiographic technique conversion guide,” *Phys. Med. Biol.*, vol. 17, no. 6, 1972, doi: 10.1088/0031-9155/17/6/042.
- [31] Susilo, Sunarmo, I. K. Swakarma, R. Setiawan, and E. Wibowo, “Kajian Sistem Radiografi Digital sebagai Pengganti Sistem Computed Radiography yang Mahal,” *J. Fis. Indones.*, vol. 17, no. 50, pp. 40–43, 2015.
- [32] N. Fadillah and C. R. Gunawan, “Segmentasi Citra Ct Scan Paru-Paru Dengan Menggunakan Metode Active Contour,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 6, no. 2, pp. 126–132, 2019.
- [33] G. D. STEVEN, “Construction of an exposure calculator for radiography,” *Br. J. Radiol.*, vol. 21, no. 242, 1948, doi: 10.1259/0007-1285-21-242-78.
- [34] S. Widadi, M. K. Huda, I. Ahmad, and O. tanane, “Atmega328P-based X-ray Machine Exposure Time Measurement Device with an Android Interface,” *J. Robot. Control*, vol. 1, no. 3, pp. 81–85, 2020, doi: 10.18196/jrc.1318.
- [35] A. Maulani, T. Sri, and N. Asih, “Pemodelan Matematika Perkembangan Kanker Serviks dengan Treatment Radioterapi,” vol. 4, pp. 727–735, 2021.
- [36] A. Purwanto, “Bulletin of Information Technology (BIT) Penerapan Algoritma Marr-Hilderth Untuk Pendeteksian Tepi Pada Citra,” vol. 1, no. 1, pp. 28–35, 2020.
- [37] R. Anggarini, M. Muslim, and A. Mutanto, “Analisis Sebaran Radiasi Hambur Di Sekitar Pesawat Sinar-X Pada Pemeriksaan Tomografi Ginjal,” *J. Ilm. Giga*, vol. 17, no. 2, p. 63, 2019, doi: 10.47313/jig.v17i2.540.
- [38] F. Dian, B. Poedjomartono, and T. Trikasjono, “Analisis Keselamatan Radiasi Tindakan Radiologi Intervensional dan Kateterisasi Jantung Vaskular di Cath-Lab Room RSUP Dr. Sardjito,” *J. Radiol. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–22, 2015, doi: 10.33748/jradidn.v1i1.2.

BIOGRAPHIES OF AUTHORS



Djoko Sukwono was born in Pati, Central Java, Indonesia. He received the title of Associate Radiography Expert from APRO DEP KES RI Semarang. Then he studied nuclear engineering at Gajah Mada University Yogyakarta, Indonesia. His research interests include X-ray specialist medical devices, IoT, robotics.



Arief marwanto, ST, M. Eng, Ph. D is lecturer in Master of Electrical Engineering Department, Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), Semarang, Indonesia. He graduated from the faculty of Engineering major in electrical engineering at Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. His master and Ph. D degree has obtained from University Teknologi Malaysia major in Electrical and Electronic Engineering. Now he was a senior lecturer in Master of Electrical Engineering Department UNISSULA. He was published more than 100 academic papers in reputable conferences dan journal. His interest research in renewable energy, biomedical engineering, IoT, telematics and embedded technology.



Suryani Alifah is a member of Faculty of Industrial Technology, Universitas Islam Sultan Agung. She received the degree and master of Engineering in Electrical Engineering from Institut Teknologi Bandung, Indonesia in 1993 and 2005 respectively. She obtained her PhD in Electrical Engineering from Universiti Teknologi Malaysia. She served as lecturer at Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia. Her main researchs area are Radio over Fber Communication System and Internet of Things

Deskripsi

METODE OPERASIONAL PESAWAT SINAR-X PORTABLE SINGLE KV AUTOMATIK EKSPOSI KONTROL SYSTEM ECORAD PEMERIKSAAN FOTO PARU PARU

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan operasional pesawat sinar-X portable dengan mikrokontroler sehingga dapat dikendalikan dari program komputer atau android, sehingga meminimalisir penggunaan sinar-X untuk mendapat manfaat yang optimal.

Latar Belakang Invensi

Sinar-X yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X sangat dibutuhkan di Indonesia terutama terkait dengan pelayanan kesehatan maupun pelayanan yang lain. Sinar-X ini bisa digunakan dalam berbagai bidang mulai dari bidang kesehatan, bidang pendekteksian barang di bandara, sampai pada bidang industri.

Teknik pembuatan kontrol pesawat sinar-X selama ini menggunakan sistem pengendali dengan pemilihan tegangan yang disalurkan ke kumparan primer trafo tegangan tinggi menggunakan kontaktor tunggal yang disupply oleh *auto transformator* yang dapat dipilih dengan tampilan analog maupun digital. Acuan penentuan faktor ekposi pada pesawat sinar-X dapat dilakukan dengan 4 cara yaitu dengan manual dengan table ekposi, *anatomical program* dan *automatic exposure control (AEC)*. Sehingga akurasinya sangat tergantung dengan operator kecuali AEC.

Sistem kontrol yang mempunyai akurasi tinggi adalah dengan menggunakan AEC atau *automatic Exposure Control* dimana sistem ini menggunakan detektor ION TOMAT untuk menghentikan sinar-X. Sesuai dengan kebutuhan sebuah pemotretan.

Paten yang dijadikan pembanding adalah paten bernomor 10136874 dengan pemilik paten oleh Dong Kook Han dan dengan judul X-ray Imaging

Apparatus, Invensi ini berhubungan dengan aparatus pencitraan sinar-X yang mencakup sumber tegangan bias yang memberikan tegangan bias ke piksel yang mendeteksi sinar-X dan unit pemrosesan kontrol eksposur otomatis (AEC) yang mendeteksi arus yang mengalir di antara tegangan bias sumber dan piksel dan mengeluarkan sinyal AEC kelemahan dari invensi ini pada penempatan detektornya yang akan berdampak pada gambar dan kelebihan dosis radiasi.

Paten yang dijadikan pembanding adalah paten bernomor 10555714 dengan pemilik paten Tomoharu Okuno dengan judul X-ray Imaging Device, Disediakan peralatan pencitraan sinar-X yang mampu melakukan kontrol eksposur otomatis dengan benar dan kontrol pencitraan sinar-X yang bekerja dengan baik dengan konfigurasi sederhana. Dalam kasus di mana terdapat sejumlah bidang pengambilan foto AEC untuk eksposur otomatis, berdasarkan informasi posisi pada area iradiasi sinar-X dan bidang pengambilan foto AEC, ada atau tidak adanya bidang pengambilan foto AEC di mana semua area sensitif tidak termasuk dalam area iradiasi sinar-X yang terdeteksi. Dalam kasus di mana terdapat satu atau lebih bidang pengambilan foto AEC yang tidak termasuk dalam area penyinaran sinar-X, bidang pengambilan foto AEC yang sesuai diatur untuk tidak digunakan. Akibatnya, dimungkinkan untuk melakukan kontrol eksposur otomatis dan/atau melakukan kontrol pencitraan sinar-X secara tepat dengan struktur sederhana. Kelemahan pada paten ini juga masih menggunakan Detektor untuk AECnya sehingga permasalahan muncul pada penempatan detector yg tidak dapat dilakukan secara otomatis

paten yang dijadikan pembanding adalah paten bernomor 20190090839 X-ray Imaging Device, disediakan peralatan pencitraan sinar-X yang mampu melakukan kontrol eksposur otomatis dengan benar dan kontrol pencitraan sinar-X yang berkinerja tepat dengan konfigurasi sederhana. Dalam kasus dimana terdapat sejumlah bidang pengambilan foto area iradiasi sinar-X dan bidang pengambilan foto AEC, ada atau tidak adanya bidang

pengambilan foto AEC, dimana semua area-area sensitif tidak termasuk dalam area iradiasi sinar-X yang lebih terdeteksi. Dalam kasus dimana satu atau lebih bidang pengambilan foto AEC yang tidak termasuk dalam area penyiaran sinar-X, bidang pengambilan foto AEC yang sesuai diatur untuk tidak digunakan. Akibatnya, dimungkinkan untuk melakukan kontrol eksposur otomatis dan/atau melakukan kontrol pencitraan sinar-X secara tepat dengan struktur sederhana.

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan di atas, maka diperlukan suatu penentuan faktor eksposi pada pesawat sinar -X, tanpa menggunakan detektor agar mendapatkan porsi radiasi yang optimal, sehingga akurasi keberhasilan pemotretan menjadi sangat meningkat.

Uraian Singkat Invensi

Invensi ini bertujuan untuk memberikan akurasi faktor eksposi saat pemotretan radiografi paru paru untuk medikal cek up yang akan diperiksa dan dihitung oleh mikrokontroler, sehingga menampilkan hasil perhitungan pada komputer atau android berupa data pemilihan tegangan tabung X-ray (kV) (1) pada Gambar 1, *mili Ampere Second* (mAS) dan dosis penyinaran untuk melakukan penyinaran X-ray sesuai dengan data yang ditampilkan.

Uraian Singkat Gambar

Gambar 1, adalah gambar *flowchart* metode operasional pesawat sinar-X.

Uraian Lengkap Invensi

Dari Invensi ini dapat dilakukan penentuan faktor ekposi kV sesuai dengan keluaran pesawat sinar-X (1) Gambar 1, penentuan ini menggunakan alat ukur kV meter untuk mendapatkan nilai kV yang akan diinputkan ke android untuk mendapatkan porsi radiasi yang optimal sehingga akurasi keberhasilan pemotretan menjadi sangat meningkat. Metode yang digunakan

dengan menggunakan invensi ini yang sudah dimasukkan pada sebuah aplikasi program pada komputer sebagai sistemnya dan mikrokontroler (3) pada gambar 1 sebagai eksekutornya sehingga radiasi yang digunakan untuk pemotretan radiografi menjadi akurat dan optimal dengan menginputkan data ketebalan obyek (2) Gambar 1 maka komputer akan menghitung berapa radiasi yang dibutuhkan pada pemotretan sebuah obyek.

Kemudian juga pada teknik pemberian tegangan input ke trafo tegangan tinggi langsung dari tegangan 220V dari PLN ke Trafo tegangan tinggi menggunakan kontaktor sebanyak 1 kontaktor (4) pada Gambar 1 atau tegangan tabung tunggal.

Pembuatan invensi ini digunakan untuk menentukan kuantitas faktor eksposi pada citra radiograf di unit radiodiagnostik telah dilakukan dengan melakukan penelitian, yang selanjutnya dibuat programnya disebut program sistem poin, bertujuan memberikan informasi yaitu penentuan kuantitas faktor eksposi dan informasi dosis penyinaran yang diterima pasien.

Sebagaimana pada gambar 1 yang menerangkan metode operasional pesawat sinar-X berbasis mikrokontroler, sehingga pesawat sinar-X dapat dikontrol melalui komputer atau android dengan menentukan pilihan ketebalan objek (2) pada Gambar 1 ke dalam program komputer atau android, kemudian secara otomatis android akan menghitung faktor eksposi, sehingga menampilkan hasil perhitungan pada komputer atau android (berupa data pemilihan tegangan tabung X-ray (kV), mili Ampere Second (mAS) dan dosis penyinaran, yang mana tegangan tabung X-ray (kV) (1) pada Gambar 1 bisa disesuaikan tergantung kebutuhan pengguna, dan setelah data yang telah dihitung masuk ke dalam komputer atau android menjadi perangkat yang siap untuk melakukan penyinaran X-ray sesuai dengan data yang ditampilkan.

Hasil pengujian program sistem poin antara lain berdasarkan penentuan kuantitas faktor eksposi, yang mengukur ketebalan obyek pada pasien yang akan diperiksa kemudian memasukkan parameter yang mendukung untuk penentuan kuantitas faktor eksposi, maka akan didapatkan total poin, sebagai dasar dalam menghitung kuantitas faktor

eksposi. Setelah mendapatkan total poin maka didapatkan besarnya tegangan tabung (kV) (1) pada Gambar 1, arus tabung dan waktu penyinaran (mAs) dapat ditentukan dengan tepat.

Tabel 1 Hasil Pengujian Dengan Pantom

No	Tebal (cm)	Hasil					
		Sistem Poin			AEC Auto Exposure		
		Total Poin	kV	mAs	Total Poin	kV	mAs
1	5	11	48	4	11	50	3,98
2	6	12	42	10	12	42	9,65
3	7	13	50	5	13	50	5,55

Tabel 2 Hasil Pengujian Sistem Poin Dengan Obyek Pasien

NO	NAMA PASIEN	JENIS PMX	HASIL		
			Tebal	Teg (kV)	mAs
1	pasien A	Thorax	25	70	12,5
2	pasien B	Thorax	30	70	25
3	pasien C	Thorax	35	70	40
4	pasien D	Thorax	20	70	8
5	pasien E	Thorax	15	70	4

Penentuan selanjutnya adalah berlandaskan informasi perkiraan dosis penyinaran yang diterima pasien, yan mana jika diketahui hasil penentuan

kuantitas faktor eksposi, akan didapatkan besarnya tegangan (kV)(1) pada Gambar 1, arus tabung dan waktu penyinaran (mAs) yang digunakan untuk pembuatan citra radiograf. Kemudian pengguna dapat melanjutkan dengan memilih tombol "proses", maka program akan mengolah untuk mendapatkan informasi perkiraan besarnya dosis penyinaran yang diterima pasien. Apabila besarnya dosis masih dalam batas normal maka akan muncul informasi "masih dalam batas normal". Informasi tersebut didapatkan dari Pedoman Dosis untuk Pasien Radiodiagnostik.

Tabel 3 : Hasil Pengujian Informasi Perkiraan Dosis Penyinaran Yang Diterima Pasien Pada Program Sistem Poin

N O	NAMA PASIE	JENIS PEMERIKSAAN	HASIL	
			BAPETE N (mGy)	SISTEM EKORAD (mGy)
1	pasien A	Thorax	0,4	0,100
2	pasien B	Thorax	0,4	0,125
3	pasien C	Thorax	0,4	0,150
4	pasien D	Thorax	0,4	0,100
5	pasien E	Thorax	0,4	0,090

Maka kita dapat memperhitungkan kalkulasi nilai poin untuk suatu obyek pemotretan, dimana total nilai poin suatu obyek yang nantinya poin ini dijadikan perhitungan variasi faktor Eksposi pada organ tersebut. Dengan persamaan dibawah ini dapat dilakukan penentuan variasi faktor ekposi: $TP = DJ + X_2 + X_3 + JC_4 \dots X_{13} \dots \dots \dots (2.3)$

Dalam hal ini :

TP = Total poin

- DJ** = konstanta dengan nilai 7
x1 = Tebal Tulang
x2 = Tebal Jaringan lunak
x3 = Tebal Udara
x4 = Faktor konversi grid Lysolm atau bucky
x5 = Faktor konversi Intensifying Screen
x6 = Faktor konversi Generator
x7 = Faktor konversi SID (FFD)
x8 = Gibs
x9 = Film (speed Film)
x10 = Kondisi prosesing film
x11 = Image Plate
x12 = Tebal meja (nilai atenuasi meja)
x13 - dst dapat disesuaikan kondisi di center Radiografi

Dengan mengacu total poin yang sudah didapat, maka diperolehlah besarnya tegangan, arus tabung dan waktu penyinaran yang dibutuhkan.

Contoh: pemeriksaan Manus: Dengan data sebagai berikut :

- Tebal Obyek =22 cm
- Tulang 3 cm =3 poin
- Jar lunak 0 cm =6 poin
- Udara 0 cm =13 poin
- Grid (non) =0 poin
- I S 400 =0 poin
- Generator 6 pulsa =0 poin
- FFD 100 cm =0 poin
- Gibs (non) =0 poin
- Film (speed) 400 =0 poin
- Prosesing Film =0 poin

Dari data diatas didapat hasil TP (total Poin) sebesar : 29 poin

Dari TP sebesar 29 poin tersebut dapat dibuat variasi faktor eksposi sebagai berikut :

Tabel 4: Contoh pemeriksaan thorax

No	kV	mA	S	mAs	Total Point	Dosis mGy
1	60	100	0.2	20	29	0,42
2	66	100	0,125	12,5	29	0,32
3	70	100	0,1	10	29	0,29
4	77	100	0,063	6,3	29	0,22
5	81	100	0,05	5	29	0,12
6	85	100	0,04	4	29	0,17
7	90	100	0,032	3,2	29	0,15
8	96	100	0,025	2,5	29	0,13
9	102	100	0,02	2	29	0,12

Pemrograman ini didasarkan dari hasil formulasi:

$$TP = DJ + x_1 + x_2 + x_3 + x \dots \text{dst}$$

Prinsip pada proteksi radiasi adalah untuk menjamin dosis yang diterima seseorang serendah mungkin, sesuai dengan kebutuhan dan tidak melebihi nilai batas dosis yang yang ditentukan. Hal tersebut dapat dicapai dengan berbagai cara salah satunya adalah dengan penentuan kuantitas faktor eksposi secara tepat. Dengan menentukan kuantitas faktor eksposi secara tepat maka diharapkan dapat menghasilkan gambaran radiograf yang optimal untuk mendukung diagnosa, sehingga terjadinya penolakan film dapat berkurang, karena dengan pengulangan foto maka dosis yang diterima pasien semakin bertambah.

Kesimpulan dapat dibuat invensi ini adalah untuk menghitung faktor eksposi penentuan kuantitas faktor eksposi yang terdiri dari tegangan (kV) (1)

pada Gambar 1, mAs (arus tabung dan waktu penyinaran). Berdasarkan rumus penentuan variasi faktor ekposi yang diuraikan di atas, didapati program kalkulasi faktor ekposi dengan ditambahkan informasi dosis penyinaran (2) pada Gambar 1 yang diterima pasien, sehingga dapat membantu mempermudah pengaturan kuantitas faktor ekposi sehingga diharapkan terjadinya pengulangan foto dapat ditekan sekecil mungkin.

Invensi ini memerlukan program/software yang sudah dibuat dapat mengaplikasikan sistem yang dihubungkan dengan generator sinar-X sehingga dapat terintegrasi dengan *Personal Computer* (PC).

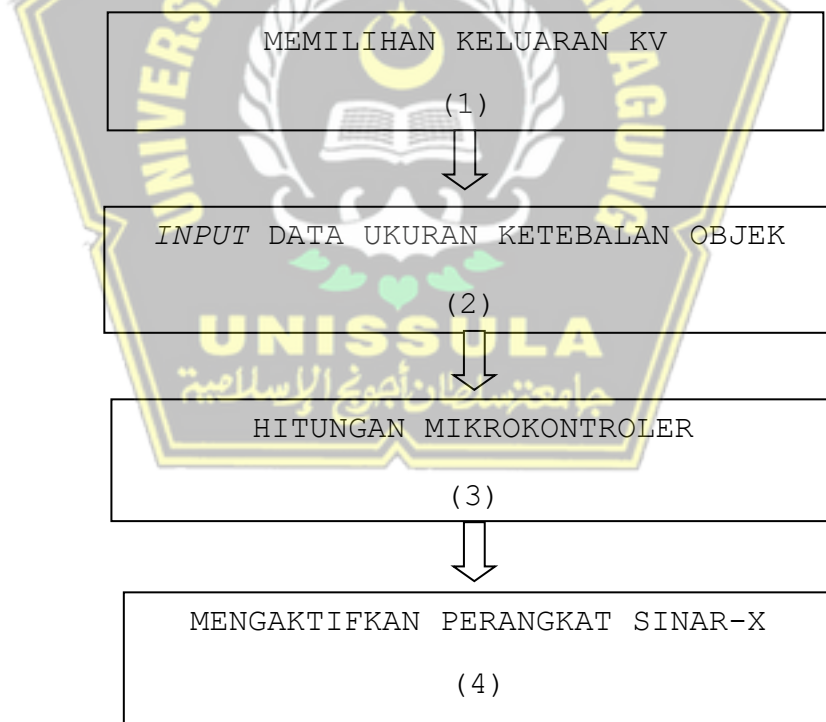
Klaim

1. Suatu metode operasional pesawat sinar-X berbasis mikrokontroler, sehingga pesawat sinar-X dapat dikontrol melalui komputer atau android untuk akurasi faktor ekposi saat pemotretan radiografi, yang terdiri dari:
 - pemilihan anatomi yang akan diperiksa dengan menentukan pilihan objek dan ketebalan objek ke dalam program komputer atau android;
 - memasukkan data berupa ukuran ketebalan objek untuk dihitung oleh mikrokontroler, sehingga menampilkan hasil perhitungan pada komputer atau android berupa data pemilihan tegangan tabung X-ray (kV) (1) Gambar 1, *mili Ampere Second* (mAS) dan dosis penyinaran, yang mana tegangan tabung X-ray (kV) bisa disesuaikan tergantung kebutuhan pengguna;
 - data yang telah dihitung masuk (2) Gambar 1 ke dalam komputer atau android menjadi perangkat yang siap untuk melakukan penyinaran X-ray sesuai dengan data yang ditampilkan.

Abstrak

METODE OPERASIONAL PESAWAT SINAR-X BERBASIS MIKROKONTROLER

Invensi ini berhubungan dengan operasional pesawat sinar-X yang dikendalikan melalui mikrokontroler sehingga dapat dikendalikan dari program komputer atau android, sehingga meminimalisir penggunaan sinar-X untuk mendapat manfaat yang optimal dan bertujuan untuk memberikan akurasi faktor eksposi saat pemotretan radiografi didapat dari perhitungan poin untuk ketebalan obyek thorax yang akan diperiksa dan dihitung oleh mikrokontroler, sehingga menampilkan hasil perhitungan pada komputer atau android berupa data pemilihan tegangan tabung X-ray (kV), *mili Ampere Second* (mAS) dan dosis penyinaran untuk melakukan penyinaran X-ray sesuai dengan data yang ditampilkan.



Gambar 1. FLOWCHART METODE OPERASIONAL PESAWAT SINAR-X





YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

II O R

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

KETERANGAN BEBAS PLAGIASI

Tim Pemeriksa Kemiripan Tulisan Ilmiah telah memeriksa ungguhan file atas nama:

Nama : Djoko Sukwono
Program Studi : Magister Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang
Judul Tesis : SISTEM KENDALI EKSPOSUR OTOMATIS GENERATOR SINAR-X BERBASIS ANDROID UNTUK FOTO THORAX DENGAN APLIKASI ECORAD
Pemeriksa : Ketua Program Studi MTE UNISSULA
Tanggal Periksa : 16 Juli 2021

Menyatakan bahwa hasil pemeriksaan dengan menggunakan aplikasi Turnitin terhadap tulisan ilmiah dengan judul diatas menghasilkan kemiripan sebesar 11 % dengan sumber – sumber online lainnya.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro



Arief Marwanto, ST., M. Eng., Ph. D

NIK/NIDN: 210600018/0628097501



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG UNIVERSITAS ISLAM
SULTAN AGUNG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

I I O R

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

ACC

Sesuai dengan ketentuan UNISSULA <24.99%



Ka Prodi MTE

Arief Marwanto, Ph. D

Turnitin Originality Report

Document Viewer

Processed on: 16-Jul-2021 1:57 PM +08
ID: 1620243586
Word Count: 12836
Submitted: 1

SISTEM KENDALI EKSPOR OTOMATIS GENERATOR SI... By Djoko
Sukwono

Similarity Index	Similarity by Source
11%	Internet Sources: 10% Publications: 5% Student Papers: 9%

include quoted	include bibliography	excluding matches < 1%	mode: quickview (classic) report	Change mode	print	refresh	download
3% match (Internet from 07-Dec-2020)							
https://djukarna4arduino.wordpress.com/2015/01/19/arduino-nano/							
2% match (Internet from 19-Jan-2021)							
http://repository.unj.ac.id							
1% match (Internet from 06-Jul-2021)							
http://repository.usu.ac.id							
1% match (Internet from 19-May-2021)							
http://repository.usu.ac.id							
1% match (Internet from 02-Sep-2013)							
http://www.webs.co.kr							
1% match (student papers from 06-Apr-2018)							
Submitted to Sultan Agung Islamic University on 2018-04-06							
1% match (student papers from 03-May-2013)							
Submitted to Southampton Solent University on 2013-05-03							
1% match (Internet from 30-Nov-2020)							
https://widuri.raharja.info/index.php?title=SI1331477400							

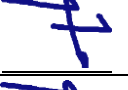
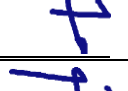
LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS

Nama Mahasiswa : DJOKO

SUKWONO NIM 20601700033

Judul Tesis : SISTEM KENDALI EKSPOSUR OTOMATIS
GENERATOR SINAR- X BERBASIS ANDROID
UNTUK FOTO THORAX DENGAN APLIKASI
ECORAD

Pembimbing 1 : Bp. Arief Marwanto, ST., M. Eng., Ph. D

<u>No.</u>	<u>TANGGAL</u>	<u>CATATAN / URAIAN KEGIATAN</u>	<u>PARAF DOSEN</u>
<u>1</u>	<u>22 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 1 dan 2</u>	
<u>2</u>	<u>23 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 3</u>	
<u>3</u>	<u>29 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 4</u>	
<u>4</u>	<u>15 September 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 4 revisi</u>	
<u>5</u>	<u>22 April 2021</u>	<u>Bimbingan Bab 4 dan 5</u>	
<u>6.</u>	<u>23 April 2021</u>	<u>Bimbingan tesis</u>	
<u>7</u>	<u>26 April 2021</u>	<u>Bimbingan Hasil penelitian</u>	
<u>8</u>	<u>28 April 2021</u>	<u>Bimbingan Tesis keseluruhan untuk sidang</u>	

ACC

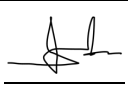
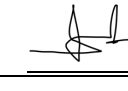
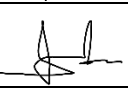
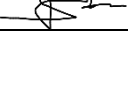
LOG BOOK : BIMBINGAN TESIS

Nama Mahasiswa : DJOKO

SUKWONO NIM 20601700033

Judul Tesis : SISTEM KENDALI EKSPOSUR OTOMATIS
GENERATOR SINAR- X BERBASIS ANDROID
UNTUK FOTO THORAX DENGAN APLIKASI
ECORAD

Pembimbing 2 : Ibu Ir.Suryani Alifah,MT.,PhD

<u>No.</u>	<u>TANGGAL</u>	<u>CATATAN / URAIAN KEGIATAN</u>	<u>PARAF DOSEN</u>
<u>1</u>	<u>22 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 1 dan 2</u>	
<u>2</u>	<u>23 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 3</u>	
<u>3</u>	<u>29 Agustus 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 4</u>	
<u>4</u>	<u>15 September 2020</u>	<u>Bimbingan Bab 4 revisi</u>	
<u>5</u>	<u>22 April 2021</u>	<u>Bimbingan Bab 4 dan 5</u>	
<u>6.</u>	<u>23 April 2021</u>	<u>Bimbingan tesis</u>	
<u>7</u>	<u>26 April 2021</u>	<u>Bimbingan Hasil penelitian</u>	
<u>8</u>	<u>28 April 2021</u>	<u>Bimbingan Tesis keseluruhan untuk sidang</u>	