

SKRIPSI

PERBANDINGAN DETAIL CITRA DAN DOSIS RADIASI DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE PLATE COMPUTED* RADIOGRAFI TERHADAP *RETROFIT PANEL DETECTOR*, PADA PESAWAT MAMOGRAFI ANALOG

*Comparison of Image Detail and Radiation Dose by Using Image Plate
Computed Radiography Against Retrofit Panel Detector on an Analog
Mammography System*



Oleh :

Romdhani Arsanto
173112600120014

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.



Tanggal : 25 Februari 2020

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN DETAIL CITRA DAN DOSIS RADIASI
DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE PLATE COMPUTED*
RADIOGRAFI TERHADAP *RETROFIT PANEL DETECTOR*,
PADA PESAWAT MAMOGRAFI ANALOG**



Pada, Februari 2020

Ketua Program Studi Fisika

Drs. Ari Mutanto, M.Pd.
NIDN. 0330076702

**HALAMAN PERSYARATAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Nasional, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Romdhani Arsanto
NPM : 173112600120014
Program Studi : Fisika
Peminatan : Fisika Medis
Fakultas : Teknik dan Sains

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nasional Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-FreeRight*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PERBANDINGAN DETAIL CITRA DAN DOSIS RADIASI DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE PLATE COMPUTED RADIOGRAFI* TERHADAP *RETROFIT PANEL DETECTOR*, PADA PESAWAT MAMOGRAFI ANALOG

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Nasional berhak menyimpan, mengalih media atau formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 25 Februari 2020

Yang menyatakan,



Romdhani Arsanto

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Romdhani Arsanto

NPM : 173112600120014

Program Studi : Fisika

Judul Skripsi : Perbandingan Detail Citra dan Dosis Radiasi dengan Menggunakan *Image Plate Computed Radiography* Terhadap *Retrofit Panel Detector*, Pada Pesawat Mamografi Analog

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana fisika pada program studi fisika medik fakultas teknik dan sains Universitas Nasional.

Dewan Penguji

Pembimbing I : Purwatiningsih, S.Si., M.Sc. ()
NIDN. 0613078501

Pembimbing II : Dr. Nursama Heru A S.Si, M.Si. ()
NIDN. 1286360154

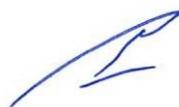
Penguji I : Drs. Puji Hartoyo, M. Si. ()
NIDN. 0103900318

Penguji II : Drs. Muzilman Muslim, M. Si. ()
NIDN. 0302106001

Penguji III : Samsun, S. Si, MT. ()

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Fisika



Drs. Ari Mutanto, M.Pd.

NIDN. 0330076702

Puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan kesabaran dan kekuatan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul:” **PERBANDINGAN DETAIL CITRA DAN DOSIS RADIASI DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE PLATE COMPUTED RADIOGRAFI* TERHADAP *RETROFIT PANEL DETECTOR*, PADA PESAWAT MAMOGRAFI ANALOG ”.**

Penulis menyadari dalam setiap proses penyusunan skripsi ini, penulis mengalami beberapa hambatan dan kesulitan, namun berkat doa, bimbingan dan kerjasama dari berbagai pihak, penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang telah memudahkan hambanya untuk menyelesaikan skripsi ini dalam waktu yang terbatas.
2. Istri tercinta serta anak-anak yang telah memberikan dorongan semangat serta sabar menemani penulis disaat mengerjakan skripsi ini.
3. Ibu Purwatiningsih, S.Si., M.Sc., selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Nursama Heru Apriyanto, S.Si, M.Si, selaku pembimbing II, yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat waktu.
4. PT. Gevaert-Agfa Healthcare Indonesia yang telah membantu menyediakan fasilitasnya sebagai obyek penelitian.
5. Ibu Dedeh dan teman-teman Yayasan Kanker Indonesia, Jakarta Selatan, yang telah memberikan izin untuk pemanfaatan fasilitasnya dalam pengambilan data.
6. Bapak Drs. Ari Mutanto, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Nasional.
7. Seluruh Dosen dan Staf Pendidikan Program Studi Fisika Universitas Nasional, yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis selama ini.
8. Teman teman angkatan 2017 jurusan fisika medis Universitas Nasional yang telah memberikan dorongan dan semangat kepada penulis.

9. Seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif dari pembaca untuk menyempurnakan Skripsi ini.



Jakarta, 25 Februari 2020

Penulis,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Romdhani Arsanto', is written over the printed name.

Romdhani Arsanto

ABSTRAK

Arsanto, Romdhani, 2020. Perbandingan detail citra dan dosis radiasi dengan menggunakan *image plate computed radiography* terhadap *retrofit panel detector*, pada pesawat mamografi analog. Pembimbing : Purwantiningsih, S.Si. M.Si., dan Dr. Nursama Heru Apriyanto, S.Si. M.Si.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa reseptor yang dapat memberikan detail citra yang lebih baik pada citra digital mamografi, sekaligus mendapatkan dosis yang lebih rendah pada pasien, pada penggunaan mamografi analog. Pengujian pada fantom mamografi seri 18-220, dengan menggunakan empat faktor eksposi berbeda, pada dua reseptor CR dan DR retrofit yang khusus untuk mamografi. Hasil citra yang diperoleh dalam format DICOM kemudian dikonversi kedalam format JPEG, agar lebih mudah untuk didistribusikan. Citra tersebut didistribusikan kepada sebelas orang responden, dengan latar belakang praktisi pada radiografi mamografi, untuk diberikan nilai. total jumlah sample nilai untuk kedua reseptor adalah 1408 unit, kemudian diuji dengan metode uji mann-whitney dan kolmogorof-smirnov, untuk memperoleh nilai beda. Hasil dari uji menunjukkan terjadinya perbedaan antara reseptor yang dibandingkan secara independent, yang menunjukkan detail lebih baik terjadi dan dosis lebih rendah dihasilkan oleh DR ketimbang CR. Hal ini sangat mendukung prinsip ALARA untuk pasien mamografi.

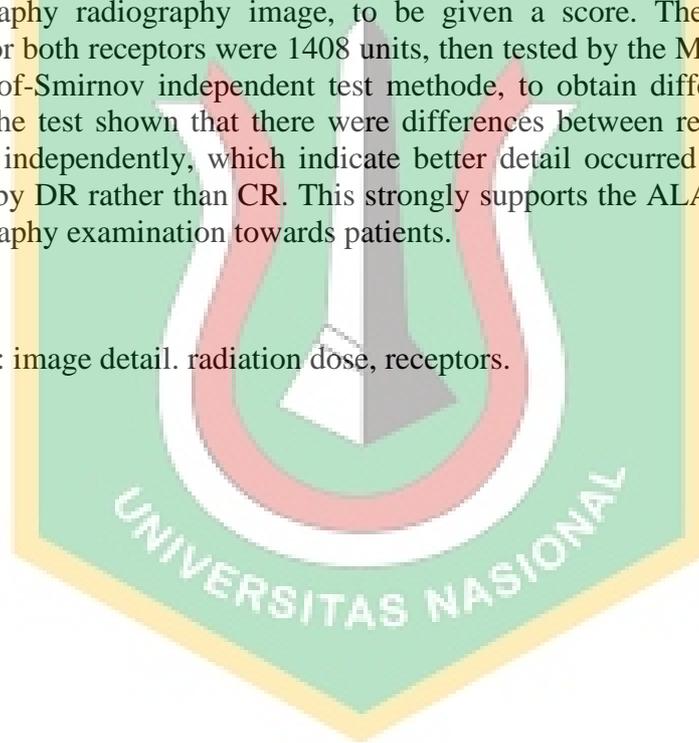
Kata kunci : detail citra, dosis radiasi, reseptor.

ABSTRACT

Arsanto, Romdhani, 2020. Comparison of detail images and radiation dose by using image plate computed radiography against retrofit panel detector, on an analog mammography system. Advisor: Purwanti Ningsih, S.Sc, M.Sc, and Dr. Nursama Heru Apriyanto, S.Sc, M.Sc.

This study aims to analyze two receptors that can provide a better image detail on digital mammographic images, while getting a lower doses in patients, on the use of analog mammography system. Test on 18-220 series of mammography phantom, using four different exposure factors, on two receptors, CR and retrofit DR specifically for mammography. The image result obtained in the DICOM format are then covered to JPEG format, to ease the distribution. Then the images were distributed to eleven respondents, with practitioner's background on mammography radiography image, to be given a score. The total number of samples for both receptors were 1408 units, then tested by the Mann-Whitney and Kolmogorof-Smirnov independent test method, to obtain different values. The result of the test shown that there were differences between receptors that been compared independently, which indicate better detail occurred and lower doses produced by DR rather than CR. This strongly supports the ALARA principle for mammography examination towards patients.

Keywords: image detail, radiation dose, receptors.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Batasan Masalah.....	4
1.4	Tujuan Penelitian	4
1.5	Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Landasan Teori	5
2.1	Konsep Gambaran Radiografi Payudara	5
2.2	Teknik Pemeriksaan Radiografi pada Payudara	6
2.3	Konsep Dasar Pesawat Mamografi	7
2.4	Penerima Citra Digital pada Mamografi	10
2.5	Pengolahan Citra pada Mamografi Digital	13
2.6	Penelitian Terdahulu	17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Desain Penelitian	18
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	18
3.3.1.	Alat Penelitian	18
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	19
3.4	Metode Penelitian	19
3.4.1	Metode Pengambilan Data	19
3.4.2	Variabel Penelitian	20

3.5	Langkah Kerja Penelitian	20
3.6	Teknik Pengambilan Data	22
3.6.1	Persiapan Alat dan Bahan	23
3.6.2	Pengambilan Data	24
3.6.3	Pengukuran Parameter Dosis dan Citra	25
3.7	Analisa Data Pengamatan Responden	26
3.8	Pengujian Data dengan <i>Independent T Test</i>	27
3.9	Uji Normalitas Data dengan metode <i>Mann-Whitney</i>	29
BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Penghitungan Obyek Fantom pada Hasil Radiografi	31
4.2	Penilaian Citra CR dan DR	32
4.3	Penilaian Responden terhadap Obyek Fantom	33
4.4	Analisis Statistik Penilaian Responden	34
4.4.1	Penghitungan <i>Independent Sample Test</i> pada Data Penelitian	36
4.5.2	Analisis Hasil Perhitungan Statistik	38
4.5	Dosis Radiasi Pada Paparam CR dan DR	39
4.6	Perbedaan Detail pada Reseptor	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur anatomi payudara	4
Gambar 2.2 Standar citra pada mamografi	5
Gambar 2.3 (a) Posisi dan proyeksi <i>cranio caudal</i>	6
Gambar 2.3 (b) <i>Medio lateral - oblique</i>	6
Gambar 2.4 Aparatus mamografi konvensional	7
Gambar 2.5 Tabung sinar-x pesawat mamografi	7
Gambar 2.6 Grafik menunjukkan sinar-x karakteristik dari atom Mo	8
Gambar 2.7 Proses digitalisasi bayangan laten pada CR	9
Gambar 2.8 (a) Struktur detektor <i>indirect</i> DR	10
Gambar 2.8 (b) Struktur detektor pada <i>direct</i> DR	10
Gambar 2.9 Sistem retrofit DR mamografi pada pesawat mamografi analog	11
Gambar 2.10 Citra mamografi dengan <i>fractional multiscale filter</i>	12
Gambar 2.11 (a) Teori filter Laplacian pada <i>MUSICA™</i>	12
Gambar 2.11 (b) Teori dekomposisi citra	12
Gambar 3.1 Pesawat mamografi analog, Siemens Mammomat 3000	16
Gambar 3.2 (a) CR Carestream	17
Gambar 3.2 (b) DR retrofit Agfa	17
Gambar 3.3 (a) Fantom mamografi model 18-220	18
Gambar 3.3 (b) Struktur obyek fantom	18
Gambar 3.4 Bagan alur penelitian perbandingan detail citra dan dosis radiasi	19

Gambar 3.5 (a) Peletakan fantom mamografi	19
Gambar 3.5 (b) Pengaturan jarak sumber sinar-x terhadap obyek dan reseptor	20
Gambar 3.6 (a) Hasil radiografi fantom dengan reseptor DR 36 kV 63 mAs	24
Gambar 3.6 (b) Hasil radiografi fanom dengan reseptor CR 36 kV 63 mAs	24



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Paparan dosis per mAs berdasar tegangan yang diberikan	22
Tabel 3.2 Detail obyek yang terekam pada citra	23
Tabel 3.3 Dosis tercatat oleh pesawat mamografi	23
Tabel 4.1 Nilai responden terhadap citra fantom	29
Tabel 4.2 Penilaian citra CR oleh satu orang responden	30
Tabel 4.3 Penilaian citra DR oleh satu orang responden	31
Tabel 4.4 Data rerata penilaian responden pada CR dan DR	31
Tabel 4.5 Nilai P dan t hitung dari hasil aplikasi SPSS	32



DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Hasil penghitungan uji <i>Mann-Whitney</i>	36
Grafik 4.2 Hasil penghitungan uji <i>Kolmogorof-Smirov</i>	37



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Citra radiografi fantom mamografi pada reseptor DR
- Lampiran 2** Citra radiografi fantom mamografi pada reseptor CR
- Lampiran 3** Lembar survey penilaian responden pada perbandingan detail
- Lampiran 4** Statistik normalitas untuk survey reseptor CR dan DR
- Lampiran 5** Hasil histogram uji normalitas survey reseptor CR dan DR
- Lampiran 6** Grafik non parametrik test untuk survey reseptor CR dan DR
- Lampiran 7** Grafik non pamaetrik test *Mann-Whitney*
- Lampiran 8** Grafik non parametrik test *Kolmogorof-Smirnov*
- Lampiran 9** Grafik nilai dan reseptor
- Lampiran 10** Citra mamografi dengan reseptor CR
- Lampiran 11** Citra mamografi dengan reseptor *flat panel DR*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mamografi adalah pemeriksaan radiologi pada payudara, yang dianjurkan pada wanita, untuk alasan *screening*. Pada tahun 2018, WHO melaporkan sekitar 18,1 juta penderita kanker baru, dengan angka kematian pada 9,6 juta tahun 2017 wanita di dunia. Sementara di Indonesia sendiri, menurut laporan kementerian kesehatan pada peringatan hari kanker sedunia, pada tanggal 4 Februari 2019, tercatat kanker payudara sebagai angka kejadian tertinggi pada wanita di Indonesia, dengan penderita 42,1 per 100.000 penduduk, dan angka kematian 17 per 100.000 penduduk. Untuk mencegah keganasan penyakit tersebut, maka kepada wanita dianjurkan untuk mewaspadainya sejak dini dengan rutin melakukan Pemeriksaan Payudara Sendiri (SADARI) dan Pemeriksaan Payudara Klinis (SADANIS) oleh tenaga kesehatan terlatih, salah satunya dengan melakukan skrining mamografi [1].

Mamografi di rumah sakit pada masa sebelum tahun 2000 an, masih menggunakan pesawat mamografi, dengan kaset dan film *single emulsi*, tujuannya untuk dapat menangkap gambaran kalsifikasi mikro pada payudara. Pemeriksaan seperti ini dikategorikan sebagai sistem analog, tingkat kesulitan bagi *interpreter* (pembaca hasil- radiologis) sangat tinggi untuk memberikan diagnosa. Kemudian digunakan CR (*computed radiography*) untuk mendapat citra digital, dengan harapan kualitas citra lebih baik, sehingga diagnosa lebih akurat. Sistem ini disebut juga sebagai sistem analog-digital, atau *digitizer*, Dan mulai diperkenalkan kepada khalayak pemrosesan citra digital, yang dapat memberikan tingkat kecerahan, ketajaman dan menggunakan filter dan penyangat gambar untuk merubah corakan derau (*noise*) menjadi citra yang dapat dipahami oleh *interpreter*. Penggunaan *FFDM, Full Field Digital Mammography* [2], untuk mencegah terjadinya *over diagnose*, dengan hasil yang jauh lebih baik dibanding CR, namun harganya yang masih tergolong mahal. Melihat adanya peluang migrasi dari system *digitizer* ke *direct radiografi*, beberapa vendor mulai

mengembangkan retrofit *flat panel detector* (FPD) untuk mamografi.

Dosis radiasi yang akan diamati pada penelitian ini adalah nilai *average glandular dose* yang diberikan oleh pesawat mamografi, dengan menggunakan reseptor *flat panel detector* dibandingkan dengan reseptor *image plate*, dan detail citranya diamati dengan pemrosesan citra *MFP (Multi Fractal Processing)* [3], yaitu pemrosesan citra secara fraktal berdasarkan kontras pada tiap-tiap pusat pixel dan pixel disekelilingnya, yang disebut dengan *kernel*, untuk kemudian, tiap-tiap kontras citra dikuatkan sedemikian rupa, sehingga masing-masing kluster obyek dapat dibedakan, seperti jaringan otot, kelenjar, noduler, dan mikro kalsifikasi pada obyek payudara.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka saya akan melakukan penelitian mengenai “Perbandingan detail dan dosis radiasi dengan menggunakan *image plate* CR terhadap *retrofit panel detector* pada pesawat mamografi analog”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Adakah penurunan dosis radiasi pada mammografi analog dengan menggunakan DR Retrofit dibanding menggunakan CR pada detail citra yang sama.
2. Adakah perbaikan detail citra pada penggunaan DR Retrofit dibanding CR untuk faktor eksposi yang sama.

1.3 Batasan Masalah

1. Pengukuran paparan digunakan dengan menghitung *Exposure Index* dan dari FPD dan CR serta *Mean Glandular Dose* dari pesawat mamografi yang dipakai
2. Penelitian ini dibatasi dengan kemampuan melihat mikro kalsifikasi pada citra yang dihasilkan, menggunakan metode *fractional multiscale processing*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penulis menentukan tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisa data penurunan dosis radiasi untuk detail citra yang sama menggunakan DR retrofit dan CR pada pesawat mamografi analog.
2. Mengevaluasi data detail citra yang lebih baik dengan faktor eksposi yang sama pada penggunaan DR Retrofit dan CR pada pesawat mamografi analog.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teori

Membantu peneliti selanjutnya mengembangkan teori tentang pencitraan mamografi yang lebih efektif dalam diagnosa lesi dengan memanfaatkan kemajuan pencitraan digital dan peralatan pendukungnya.

2. Manfaat Praktis

Memberikan gambaran bagi teman sejawat pekerja radiasi untuk lebih konsern pada penurunan dosis atas pasien mammografi digital, dengan tetap mendapatkan hasil citra yang berkualitas baik untuk kepentingan diagnosa lesi, kanker dan mikro kalsifikasi.



BAB II

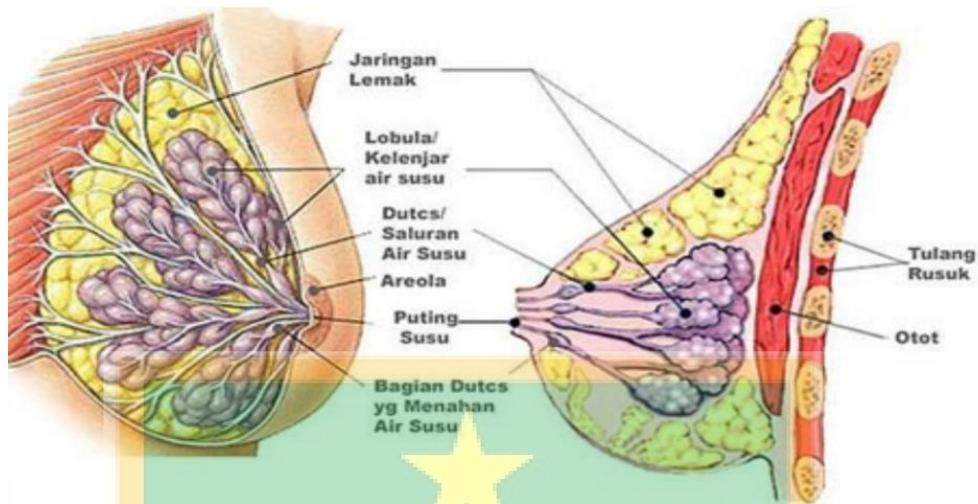
TINJAUAN PUSTAKA

2. Landasan Teori

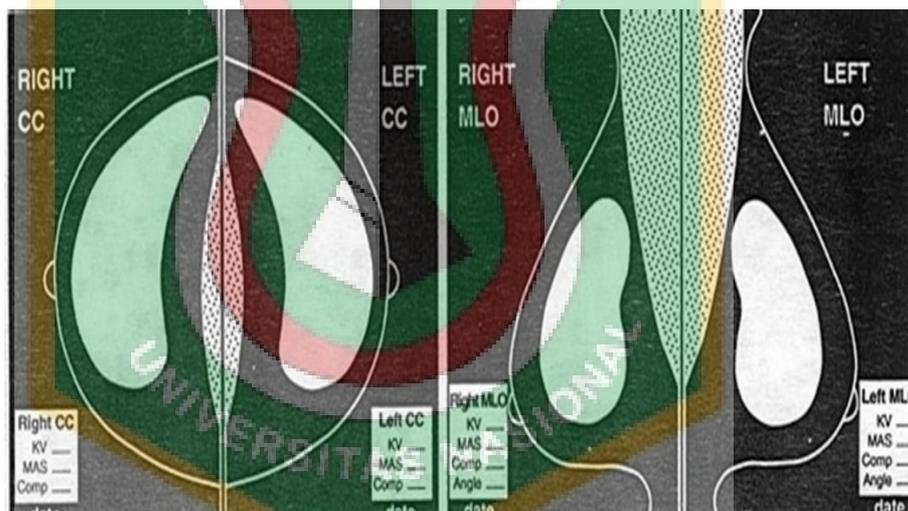
2.1 Konsep gambaran radiografi payudara (mammogram)

Mammografi merupakan suatu pemeriksaan radiografi khusus untuk menilai jaringan payudara seseorang, dengan menggunakan sinar-X karakteristik dengan dosis rendah (umumnya berkisar 0,7mSv), dengan tujuan memperlihatkan jaringan lunak, kelenjar serta kelainan yang mungkin terjadi pada organ payudara.

Berbeda dengan radiografi umum (*general radiography*) yang digunakan untuk memperlihatkan tulang belulang, sinus, jaringan otot, dan lain sebagainya, dengan posisi pemotretan yang paling banyak digunakan adalah *Antero-posterior (AP)*, *Postero-Anterior (PA)*, *Oblique-transversal*, maka pada mammografi, hanya dilakukan dua posisi pemeriksaan , yaitu *Caudo cranial (CC)* dan *Medio-Lateral Oblique (MLO)* dengan hanya memperlihatkan jaringan lunak saja, yang didalamnya meliputi, otot dan glandula / kelenjar. [4]



Gambar 2.1. Struktur anatomi payudara [4]



Gambar 2.2. Standar citra pada mamografi

2.2 Teknik pemeriksaan radiografi pada payudara

Pada pemeriksaan mamografi payudara, minta pasien untuk menanggalkan pakaian bagian atas, sehingga obyek tidak terhalangi oleh apapun.

Posisikan pasien berdiri menghadap alat radiografi, dan letakkan payudara pada tatakannya. Biasanya pemeriksaan dimulai dengan proyeksi CC (*cranio-*

caudal projection), dengan posisi tabung dan tatakan vertical. Letakkan obyek pada tatakan seoptimal mungkin, lakukan perenggangan, dan kompresi, tujuannya agar jaringan payudara rata dan tidak ada celah udara (*air gap*) sampai:

1. Batas medial terproyeksi dengan baik
2. Tampak puting payudara pada tengah-tengah citra payudara terpisah dari retro-aerial tissue
3. *Posterior nipple line* (PNL) berjarak 1 cm dari PNL pada proyeksi MLO

Pada proyeksi *Medio Lateral Oblique* (MLO), posisi tabung menyudut 50-90 derajat, dan letakkan obyek pada tatakan dengan perenggangan dan kompresi sampai:

1. Tampak gambaran utuh payudara dari *nipple* hingga otot pektoralis.
2. Tampak *nipple* terpisah dari *retro-aerial tissue* PNL berjarak 1cm dari proyeksi CC.
3. Lekukan *infra-mamary* terproyeksikan dalam citra.



Gambar 2.3. [a] Posisi dan proyeksi *cranio-caudal* dan [b] *Medio-Lateral Oblique* [4].

2.3. Konsep dasar pesawat mammografi

a. Pesawat Mammografi

Pesawat radiografi payudara atau mammografi, terdiri dari tabung sinar – x,

filter kolimator, tatakan untuk penerima gambar (*cassette tray*), penekan payudara (*compression device*) yang berada pada satu lengan (*arm*). Meja konsol untuk mengatur faktor eksposi (kV, mA dan s), yang terletak dibalik tabir. Lampu indicator untuk menyatakan posisi pesawat (kemiringan, ketinggian, jarak SID). Lengan (*arm*) pesawat yang memegang tabung dan tatakan kaset, memiliki jarak SID yang bisa diatur pada jarak 45cm – 60cm, lengan ini dapat diatur tinggi-rendah nya sesuai dengan postur pasien, dan dapat dirotasi untuk penyudutan pemeriksaan. Sedangkan alat penekan payudara digunakan untuk mengkompresi obyek sampai batas tertentu, agar kepadatan jaringan homogen pada saat eksposi.

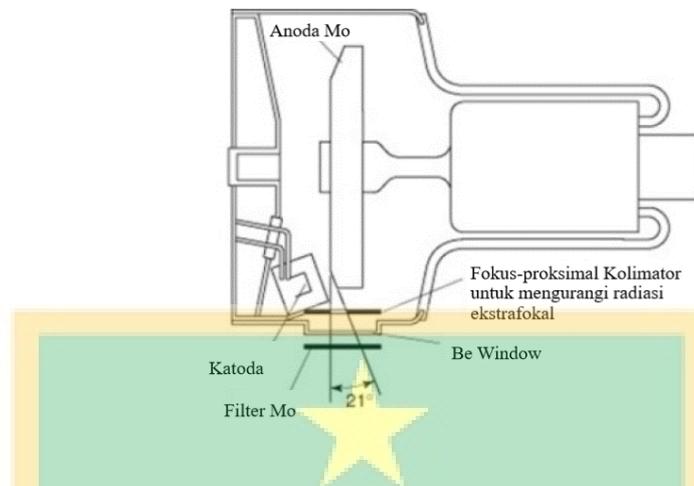


Gambar 2.4. Aparatus pesawat mamografi konvensional [5]

b. Tabung sinar -X

Tabung sinar -x pada pesawat mamografi terdiri atas tabung hampa berfungsi sebagai rumah (*housing*), yang berisi katoda, anoda putar, kolimator focus proksima, jendela B (B window) dan filter.

Karena tujuan dari sinar-x disini adalah menampakkan kalsifikasi mikro, maka fokus target-nya berukuran kecil, yaitu 0,15mm dan 0,4mm. Tabung ini didesain dengan ukuran kompak dan jauh lebih kecil dari ukuran tabung sinar-x biasa, karena hanya memerlukan tegangan yang lebih rendah.



Gambar 2.5. Tabung sinar-x pesawat mamografi [5]

c. Material target penghasil sinar-x karakteristik.

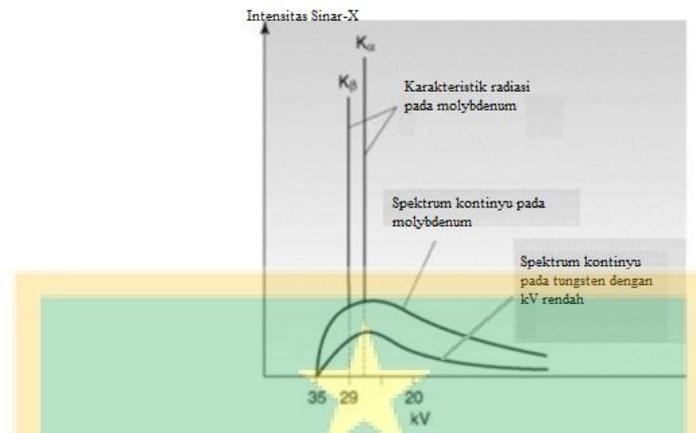
Karena obyek yang akan dinilai pada mammografi adalah jaringan lunak, maka diperlukan sinar-x khusus sebagai sumber pencitraannya, yang dikenal dengan sinar-x karakteristik. Sifat sinar-x ini bersifat lembut (*soft*) sehingga cukup untuk melakukan penetrasi jaringan payudara dan kelenjarnya tanpa memberika paparan radiasi yang tinggi. sehingga mengurangi dosis glandular pada kelenjar payudara.

Proses sinar-x karakteristik pada tabung mammografi terjadi akibat terjadinya ionisasi atom oleh electron bergerak yang memiliki energi, elektron disini bergerak karena diberi beda potensial, kemudian akibat ionisasi tersebut terciptalah lubang electron pada orbit tertentu, akibatnya lubang itu diisi oleh electron dari lintasan di atasnya, proses ini dikenal dengan absorpsi-ionisasi, sembari memancarkan energy dalam bentuk sinar-x. Target yang memiliki atom dengan kemampuan memancarkan sinar-x karakteristik dalam energi rendah.

Materi yang digunakan adalah *Molybdenum* (Mo) dan *Rhodium* (Rh), yang mampu memberikan sinar-x karakteristik pada energy rendah.

1. Mo pada tegangan 24-30 kVp menghasilkan energy karakteristik 20 keV
2. Rh pada tegangan 26-32 kVp menghasilkan energy karakteristik 23 keV

3. W pada tegangan 22-26 kVp menghasilkan energy karakteristik 69 keV



Gambar 2.6. Grafik menunjukkan sinar-x karakteristik dari atom Mo [5]

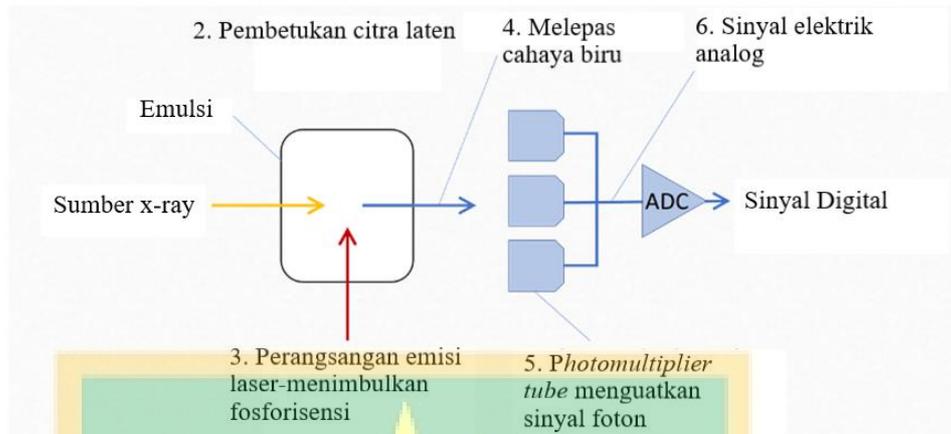
2.4 Penerima citra digital pada mamografi.

a. *Computed Radiografi.*

Computed radiografi (CR) adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengubah citra analog radiografi menjadi citra digital melalui proses digitalisasi. System ini terdiri dari rangkaian: *computer*, *monitor*, *digitizer*, dan reseptor citra (*Image Phospor / IP*).

Citra latent yang diterima oleh IP, akan tersimpan beberapa saat setelah eksposi, kemudian citra analog tersebut dimasukkan kedalam *scanner* untuk dibaca oleh *digitizer scanner*, dan merubahnya menjadi informasi listrik, yang kemudian diterjemahkan menjadi citra digital oleh komputer, dan hasilnya ditampilkan pada layar.

Dari layar monitor ini citra dapat diubah window dan level nya agar menampilkan obyek yang diinginkan oleh pengamatnya.

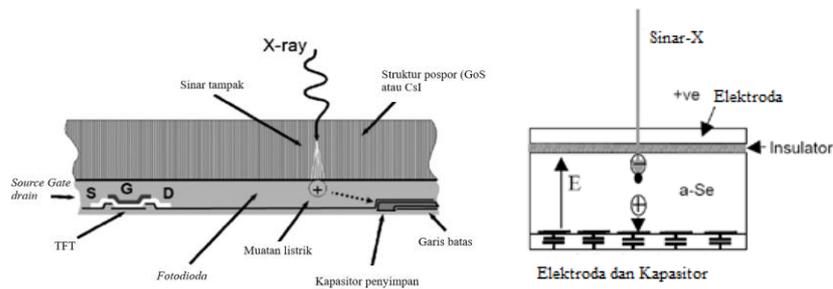


Gambar 2.7. Proses digitalisasi bayangan laten pada CR [6]

b. Retrofit Direct Radiography untuk mamografi

Direct Radiography (DR), adalah suatu system pencitraan radiografi digital dengan memanfaatkan pelat *detector (Flat panel detector)*. Sistem ini mengubah foton sinar-x yang menembus obyek, langsung menjadi citra radiografi pada monitor. System ini bekerja menggunakan papan detektor (*detector panel*) sebagai reseptor citra. Setelah foton diterima, akan diproses melalui 2 cara, yaitu secara langsung (*direct DR*) dan tidak langsung (*indirect DR*).

Pada proses DR langsung, foton yang diterima oleh detector akan langsung diubah menjadi muatan listrik, yang kemudian dikirimkan kepada pengubah data digital. Data inilah yang menjadi citra radiografi pada monitor. Adapun pada proses tidak langsung, foton yang diterima detector akan terlebih dulu diubah menjadi cahaya tampak oleh pospor, kemudian cahaya ini yang diterima oleh lapisan silicon (A-Si) dan diubah menjadi pulsa listrik, dan kemudian diubah menjadi data digital yang tampil pada layar radiografi.

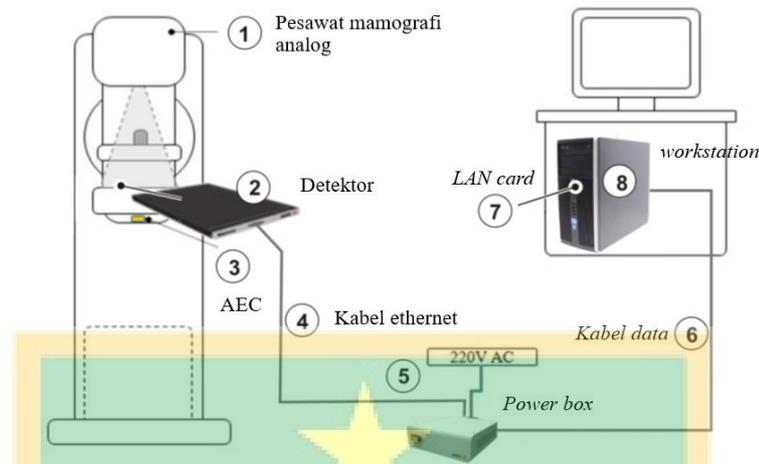


Gambar2. 8. Struktur Detektor pada [a] *indirect DR* dan [b] *direct DR*

[7]

Retrofit DR mamografi [5], adalah pemanfaatan detektor panel *indirect DR*, pada pesawat mamografi analog, tanpa melakukan intervensi dan modifikasi pada sistem mekanis dan generator pesawat mamografinya. Sistem retrofit ini hanya menggantikan fungsi kaset CR dengan detektor panel. Retrofit DR mamografi terdiri atas beberapa komponen yaitu:

1. Komputer *workstation*, sebagai media penerima dan pengolah data digital menjadi citra.
2. Detektor panel berukuran 18x24 cm, atau 24x30 cm, sebagai media penerima foton pada pesawat mamografi.
3. *Power box*, sebagai penghubung komputer dengan detektor untuk lalu lintas data dan penyuplai daya listrik bagi detektor.
4. Kabel *tether*, kabel ethernet yang menghubungkan detektor dengan *power box*, sebagai jalur data dan daya listrik.



Gambar 2.9. Sistem retrofit DR mamografi pada pesawat mamografi analog [9].

2.5 Pengolahan citra pada mammografi digital

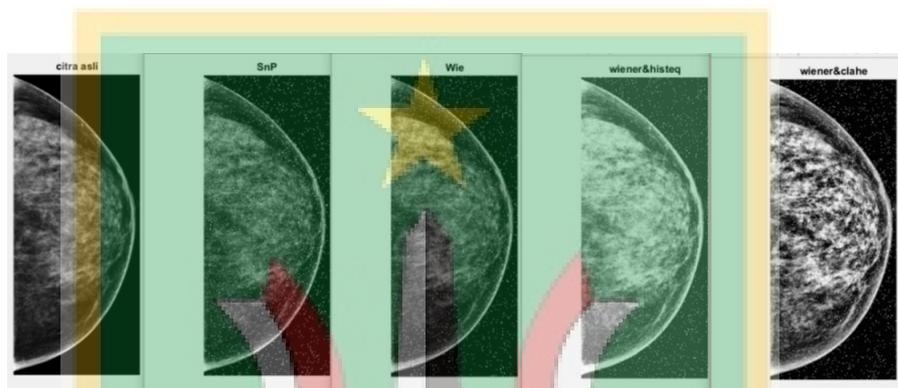
Pada penelitian ini akan dilakukan pemrosesan citra menggunakan teknik Fractional Multiscale Processing, yaitu teknik pemrosesan citra radiografi dengan mengelompokkan frekwensi sinyal yang didapat dalam beberapa segmen. Secara garis besar dikelompokkan kedalam dua bagian frekwensi, yaitu Frekwensi tinggi (HF) dan frekwensi rendah (LF). Menurut teori pemrosesan multifractal, bahwa sinyal citra yang diproses, akan diklasifikasi menjadi dua bagian, yaitu singularitas sinyal dan kuantitas sinyal. Berdasar klasifikasi itu, sinyal dikomputasi dan disaring menjadi beberapa bagian (fractal) yang dikelompokkan lagi berdasarkan karakteristik citranya, sehingga membentuk struktur dan definisi citra berdasarkan obyek aslinya yang diterjemahkan kedalam penggambaran tingkat keabu-abuan (greylevel).

$$\alpha n(I_i, j, n) = \frac{\log \mu(I_i, j, n)}{\log V_n} \quad (2.1)$$

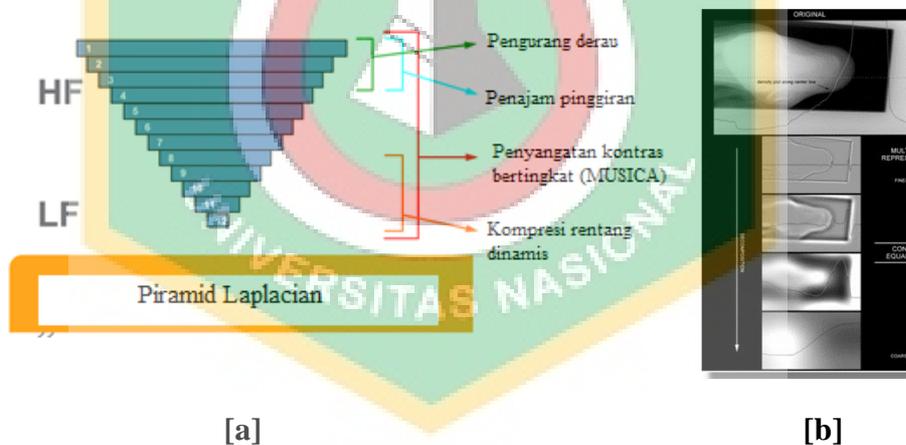
Menurut perhitungan eksponensial Holder diatas, hitungan multifraktal adalah menghitung tiga singularitas, yaitu $(\alpha, f_l(\alpha))$, $(\alpha, f_g(\alpha))$ dan $(\alpha, f_h(\alpha))$ yang disebut dengan “spectra”, yang berguna untuk menghitung SNR (*signal to noise ratio*) dan CNR (*Contrast to noise ratio*) [3].

Hasil citra diatas kemudian akan disaring dengan teknik dekomposisi Laplacian, dimana citra tersebut akan mengalami proses [8]:

1. Edge enhancement, yaitu peningkatan kontras pada tiap-tiap voxel
2. Dynamic range compression, pembatasan rentang latitude
3. Noise reduction, menekan noise berdasarkan SNR
4. Contrast equalization, menyamakan kontras berdasarkan CNR



Gambar 2.10. Citra mamografi dengan *fractional multiscale filter*. [7]



Gambar 2.11. [a] Teori Filter laplacian pada MUSICA™, dengan [b] dekomposisi citra [8]

a. Mengontrol dosis radiasi pada mamografi

Ukuran paparan radiasi pada pemeriksaan payudara pada mamografi diukur pada radiasi yang mengenai kelenjar, dan disepakati sebagai Average Glandular Dose (AGD), atau MGD (Mean glandular dose), satuannya mSv [16].

Paparan radiasi ini ditentukan oleh besarnya faktor eksposi (kV, mA dan second) serta ketebalan obyek. Pada beberapa pesawat mamografi yang terbaru, sudah dilengkapi dengan fitur AEC (*auto exposure control*), untuk mengoptimalkan lamanya waktu paparan radiasi.

b. AEC (Automatic Exposure Control)

Dalam mamografi analog, fungsi AEC untuk memutus eksposi saat jumlah foton x-ray telah mencapai sensor-AEC sehingga citra yang diproses optimal. Dalam mode ini, hasil kontras ditentukan oleh karakteristik film. Pada sistem mamografi digital, juga digunakan AEC, dengan fungsi untuk mendapatkan citra yang cukup berkualitas, tingkat dosis terukur. Desain AEC pada sistem digital ini berbeda dari desain untuk sistem analog, karena kecerahan dan kontras citra dalam sistem mamografi digital dapat disesuaikan secara otomatis setelah akuisisi gambar dan level eksposur tidak dibatasi oleh rentang greyscale.

Sensor AEC yang digunakan dalam mamografi analog terletak di bawah reseptor gambar dan harus diposisikan (secara manual) di bawah bagian payudara yang paling padat. Eksposur diakhiri ketika sinyal yang ditentukan sebelumnya terdeteksi oleh sensor. Dalam Sistem mamografi digital, sensor AEC dapat menjadi bagian reseptor gambar atau sensor terpisah yang terletak di bawah reseptor gambar. Bahkan pada area aktif sensor AEC lebih besar dan dapat mencakup seluruh bidang pencitraan.

Dalam area aktif ini satu atau beberapa sub-bagian dapat dipilih secara otomatis dan digunakan sebagai sensor AEC. Sistem lain membagi area payudara dan menggunakan area ini sebagai sensor AEC. Untuk memperkirakan sifat atenuasi dari sebagian besar sistem payudara menggunakan paparan awal, yang merupakan paparan singkat sebelum paparan aktual.

Berdasarkan hal tersebut, harus diberikan faktor eksposi yang tepat untuk mencapai tingkat yang diinginkan dari *figur-of-merit* (FOM). Contoh FOM ini adalah SNR. Level yang diinginkan untuk FOM kemudian diperoleh dari *Look-up-Table* (LUT), yang menggunakan ketebalan payudara, kelenjar, dan kompresi

sebagai parameter untuk dosis . Dapat disimpulkan bahwa respon AEC di mamografi digital lebih bergantung pada komposisi payudara dibandingkan dengan mamografi analog.

c. Penghitungan *Average Glandular Dose*

Menurut Pedoman Eropa dan protokol dosimetri IAEA [16], AGD payudara diperkirakan menggunakan model seperti yang dijelaskan oleh Dance [10]. AGD dihitung menggunakan:

$$AGD = K g c s T \quad (2.2)$$

di mana:

- K adalah insiden kerma udara dipermukaan atas payudara atau phantom dosimetri,
- g, c, s dan T adalah faktor konversi untuk masing-masing insiden kerma udara ke dosis kelenjar untuk payudara dengan fraksi kelenjar dengan berat 50%.

Komposisi payudara sebenarnya campuran homogen jaringan kelenjar dan adiposa di wilayah tengah tidak termasuk wilayah sekitar jaringan adiposa 5 mm, spektrum sinar-X yang digunakan dan koreksi untuk serangkaian eksposur dalam akuisisi mamografi digital.

Faktor konversi g, c dan s diperoleh dari publikasi Dance et al [10]. Faktor T diperoleh dari integrasi terukur dari faktor konversi untuk proyeksi individu pada sudut yang berbeda dan nilai-nilai yang digunakan untuk setiap sistem. Air kerma diperkirakan menggunakan keluaran tabung yang diukur menggunakan dosimeter yang sesuai yaitu diposisikan langsung di atas meja bucky di 6 cm dari tepi dinding dada, berpusat lateral dengan paddle kompresi dalam kontak

Ini berarti total eksposur dibagi menjadi pulsa seperti dalam mode DBT tetapi tabung tetap dalam posisi nol derajat untuk semua eksposur. Insiden kerma udara yang diukur kemudian dikoreksi ke atas permukaan fantom atau payudara menggunakan hukum kuadrat terbalik. Lapisan HVL diukur menggunakan

dosimeter yang sesuai dan 0,1 mm (Al) jika diperlukan.

2.6. Penelitian Terdahulu

Pada tahun 2011, Eunike SF, dari UI [11], melakukan penelitian dengan judul:” Estimasi *Mean Glandular Dose* pada mamografi *Computed Radiography*” di Rumah Sakit Pantai Indah Kapuk, Jakarta. Tujuan penelitian ini untuk menilai seberapa besar rata-rata dosis glandular yang diberikan kepada pasien mamografi dengan menggunakan CR, dan menjadikannya referensi standar bagi rumah sakit. Metode yang digunakan secara kuantitatif pada beberapa pasien, dengan membandingkan antara ketebalan terhadap dosis yang diterima. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa MGD dipengaruhi oleh faktor-faktor ketebalan payudara, HVL, kV dan prosentase *gladularity* pada citra.

Pada tahun 2012, Susiana S, dari UI [12], melakukan penelitian dengan judul: “Kontrol Kualitas Sistem Mamografi Digital: *Direct Radiography*” di Rumah Sakit Kanker Dharmais, Jakarta. Tujuan penelitian ini untuk melakukan evaluasi kualitas citra pada pesawat mamografi digital. Metode yang digunakan secara kualitatif dengan mengukur mekanisme kompresi, kontrol otomatis eksposi (AEC), kinerja detector dalam mengolah citra dan homogenitas berkas (HVL). Kesimpulan dari penelitian ini menguji performa pesawat DR mamografi dalam menyajikan citra yang baik dan memenuhi syarat berdasarkan artikel no 17 IAEA.

Pada tahun 2014, Eki Tunjungsari dan kawan-kawan [13], menulis: “Deteksi Dini Kanker Payudara dari Citra Mamografi Menggunakan *Grey Level Co-Occurrence Matrice (GCLM)* dan *Fuzzy Backpropagation*” di Universitas Airlangga, Surabaya. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pemrosesan citra digital mamografi untuk membedakan lesi secara morfologi dan tekstur. Kesimpulan penelitian ini adalah bahwa penggunaan GLCM dan *Fuzzifikasi* memberikan hasil yang tidak akurat untuk deteksi dini kanker payudara.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif, dengan jenis penelitian eksperimen. Yaitu dengan menggunakan perangkat lunak pemrosesa citra digital *fractional multi scale MUSICA™* dan *DirectView™*, dan menggunakan perangkat keras *direct radiography retrofit Agfa DR18M*, dan kaset serta *CR classic Carestream* pada pesawat mamografi Siemens mamomat nova 3000, yang diujikan pada fantom.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Yayasan Kanker Indonesia, Lebak Bulus, Jakarta Selatan, pada bulan Mei – Juni 2019

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pesawat mamografi analog, Siemens Mamomat nova 3000, dengan spesifikasi teknis:

1. *Multipulse Exposure voltage*: 23kV sampai 35kV,
2. Rentang mAs *Mo X-ray tube*: 2mAs hingga 560 mAs pada *mAs-mode* dan hingga 600 mAs pada *AEC-mode*.
3. Rentang mAs *Mo/W X-ray tube*: 2mAs sampai 710 mAs pada *mAs-mode* dan sampai 752 mAs pada *AEC-mode*
4. Waktu eksposi: 10 ms sampai 4s serta 10 ms sampai 7s untuk teknik magnifikasi.



Gambar 3.1. Pesawat mamografi analog, Siemens mammomat 3000

[sumber: dokumen pribadi]

3.3.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah sebuah flat panel detector mamografi Agfa DR18M, dan image plate CR carestream yang mengolah citra mamografi menggunakan system pemrosesan citra digital multi fractional.



Gambar 3.2. [a] CR carestream, [b] DR retrofit Agfa, kedua alat ini

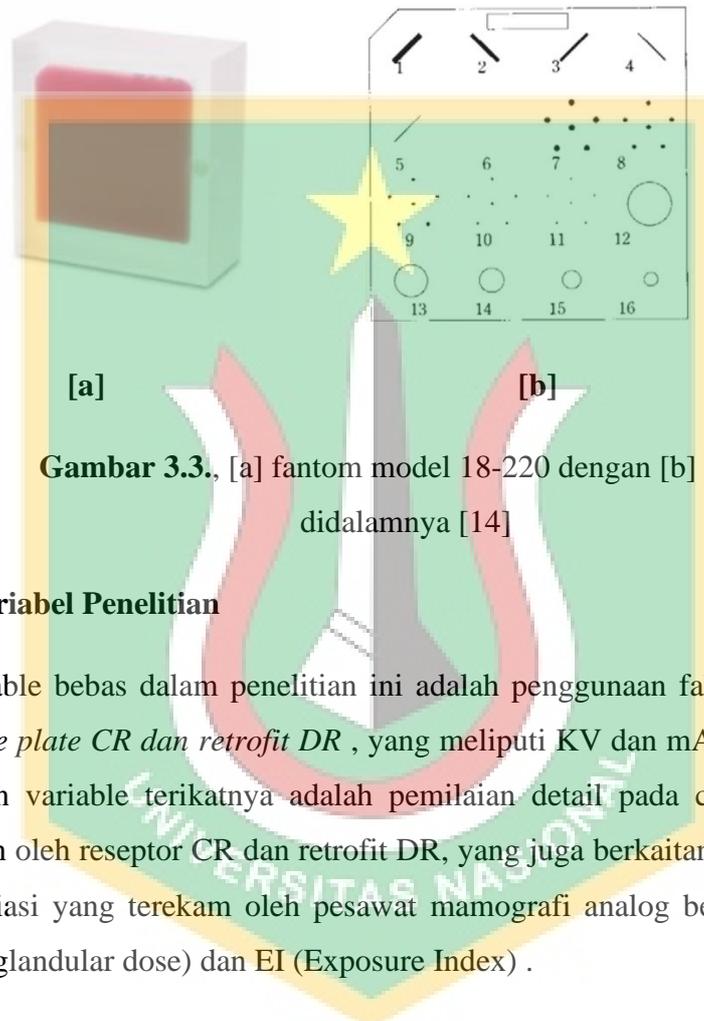
bekerja sebagai reseptor mamografi analog [sumber: dokumen pribadi]

3.4. Metode Penelitian

3.4.1. Metode pengambilan data

Penelitian dilakukan secara eksperimen, yaitu dengan membandingkan pengambilan citra fantom mamografi menggunakan sumber sinar x pesawat mamografi siemens, dengan menggunakan kaset CR (image plate) dibandingkan dengan menggunakan panel detector.

Untuk pengujian kualitas citra digunakan fantom model 18-220 (Phantom Nuclear Associates 18-220) [14], yang terbuat dari akrilik dan lapisan lilin didalamnya, yang mempunyai struktur dan corakan yang mirip dengan kelainan kliniks pada payudara.



Gambar 3.3., [a] fantom model 18-220 dengan [b] struktur citra didalamnya [14]

3.4.2. Variabel Penelitian

Variable bebas dalam penelitian ini adalah penggunaan faktor eksposi pada alat *image plate CR dan retrofit DR* , yang meliputi KV dan mAs yang diberikan, sedangkan variable terikatnya adalah penilaian detail pada citra fantom yang dihasilkan oleh reseptor CR dan retrofit DR, yang juga berkaitan dengan besarnya dosis radiasi yang terekam oleh pesawat mamografi analog berupa nilai AGD (average glandular dose) dan EI (Exposure Index) .

3.5. Langkah Kerja Penelitian

Pertama kali lakukan persiapan alat mamografi siemens mammomat 3000, dengan menyalakan dan biarkan sistemnya bekerja melakukan *self test* dan *warming up*. Nyalakan pula konsol dan digitizer CR *classic carestream*, setelah siap lakukan penghapusan (erasing) pada kaset mamo yang akan digunakan untuk penelitian. Kaset yang digunakan berukuran 18x24 cm.

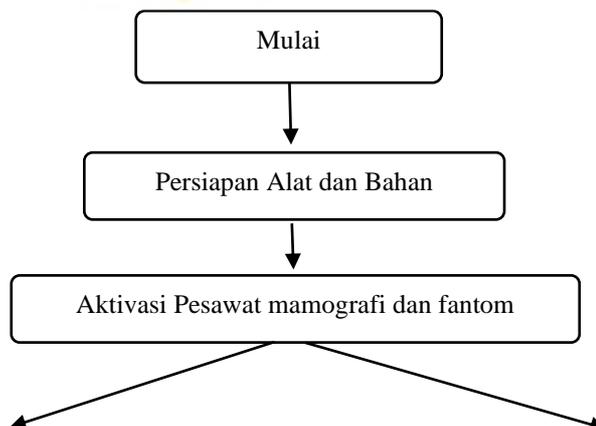
Nyalakan konsol DR18M retrofit Agfa, dan lakukan pemanasan. Pasang

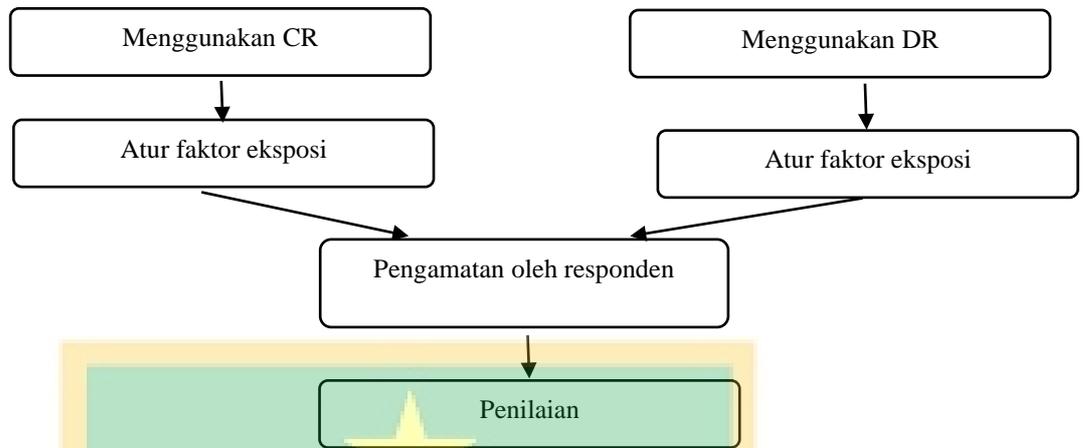
detector pada pesawat mamografi.

Letakkan obyek fantom pada tempatnya di pesawat mamografi, lalu atur kV dan mAs yang akan digunakan, dan pertamakali eksposi dilakukan dengan menggunakan kaset CR. Lalu diganti dengan menggunakan detector DR.

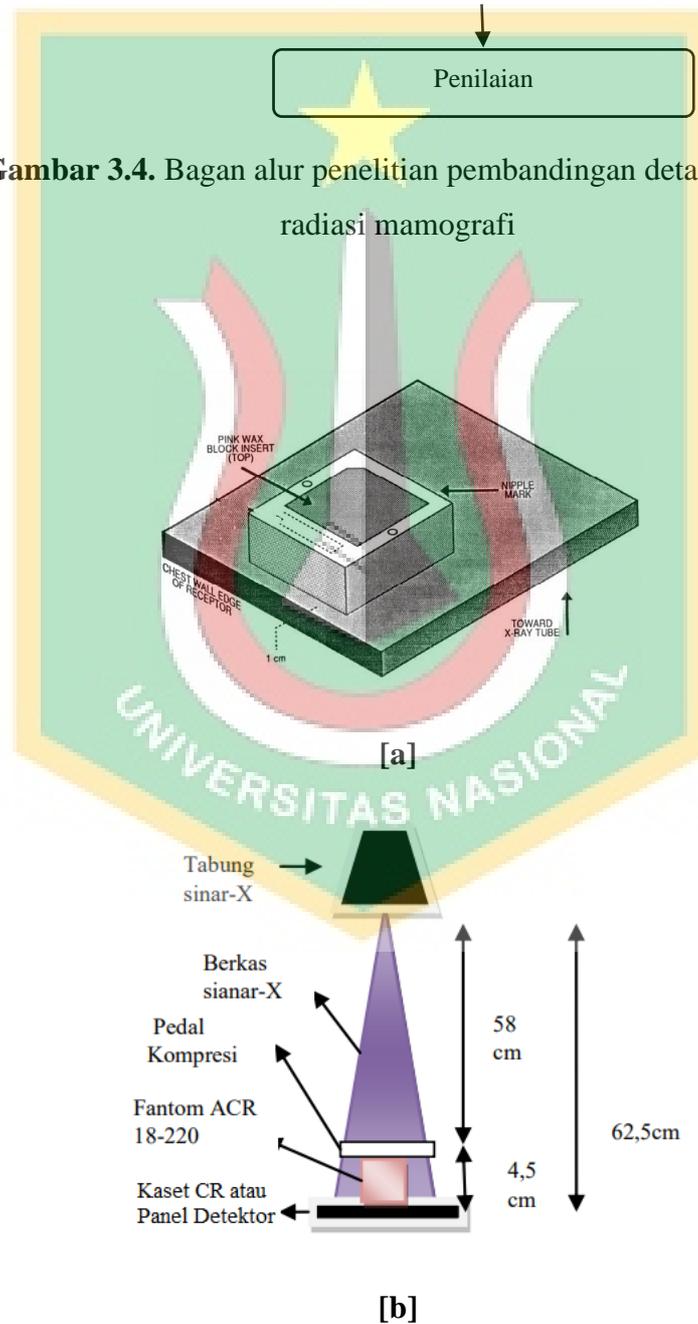
Kemudian catat faktor eksposi dan dosis yang dihasilkan oleh pesawat pada tiap-tiap eksposi terhadap masing-masing reseptor, CR dan DR. Hasil citra mamografi yang muncul pada monitor masing-masing reseptor baik itu CR dan DR berupa citra digital berformat DICOM (Digital Image and *Communication On Medicine*) yang berukuran 3 sampai 5 megabyte. Karena beberapa alasan untuk kemudahan distribusi, maka hasil citra tersebut dirubah dalam format JPEG yang lebih mudah disimpan dan didistribusikan kepada responden untuk memberikan penilaian.

Hasil citra tersebut didistribusikan kepada responden yang memiliki pengalaman melakukan pencitraan mamografi, yaitu radiographer dan residen radiologi yang bertugas di rumah sakit yang memiliki fasilitas lata mamografi analog. Pengalaman responden dalam mengamati citra mamografi, baik digital melalui monitor maupun secara analog melalui lembaran film, sangat membantu penelitian ini untuk menilai detail citra penelitian. Penulis juga menyiapkan lembaran penilaian kepada responden, dengan membandingkan hasil citra CR dan DR , pada faktor eksposi yang sama.





Gambar 3.4. Bagan alur penelitian perbandingan detail citra dan dosis radiasi mamografi



Gambar 3.5. [a] Meletakkan fantom pada pesawat mamografi, [b] pengaturan jarak sumber sinar-x terhadap obyek dan reseptor [14]

3.6. Teknik Pengambilan Data

Langkah pengambilan data dibagi kedalam beberapa tahapan, yaitu perisapan alat dan bahan, pengambilan data, serta pengolahan data untuk diambil kesimpulannya sebagaimana pada bagan alur penelitian.

3.6.1. Persiapan Alat dan Bahan

Mengaktivasi pesawat mamografi Siemens mammomat nova 3000, untuk melakukan pemanasan. Mempersiapkan CR classic, serta melakukan penghapusan pada kaset mamografi yang akan digunakan, agar tidak ada sisa artefak pada *image plate* nya. Menyalakan serta melakukan pemanasan pada detector mamografi. Pasang panel dan image plate pada tatakan kaset.

Kemudian dilakukan pemasangan fantom mamografi pada tempatnya, dengan dipasang penekan diatas fantom.

3.6.2. Pengambilan Data

Pengambilan data citra sampling dilakukan dengan menggunakan reseptor kaset CR, dan *flat panel detector* mamografi retrofit (DR) secara bergantian untuk dilakukan eksposi pada fantom dengan beberapa faktor eksposi.

Faktor eksposi yang digunakan terdiri dari empat pengaturan, yaitu 25 kV dan 16 mAs, 28 kV dan 18 mAs, 30 kV dan 50 mAs, serta 35 kV dan 63 mAs, menggunakan target anoda dan filter Mo/Mo. Faktor eksposi yang digunakan adalah yang biasa dipakai untuk pemeriksaan pasien di klinik Yayasan Kanker Indonesia, secara berurutan untuk pasien dengan payudara kecil, sedang, besar dan menggunakan implant. Karena reseptor citra yang digunakan tidak terkoneksi dengan unit mamografinya, maka nilai dosis radiasinya ditunjukkan pada indikator pesawat mamografi, sesaat setelah eksposi terjadi.

Di lakukan pengamatan pada beberapa citra yang dihasilkan oleh masing – masing reseptor pada monitor, dan atur sedemikian rupa sehingga corakan yang paling kecil (kalsifikasi mikro) teramati secara optimal.

Detail citra yang dilihat pada penelitian ini adalah garis batang (serat) dengan 6 tingkat ketebalan, kumpulan titik dengan 5 tingkat ketebalan dan bulatan fantom dengan 5 tingkat ketebalan, yang kesemuanya menjadi 16 oyek yang akan diamati pada layar monitor masing-masing modalitas, setelah eksposi dengan faktor eksposi yang sama, tanpa dilakukan pengaturan *window width* dan *level*.

Citra yang diamati oleh responden berformat jpeg, setelah dirubah dari citra aslinya yang berformat DICOM (*Digital Image and Communication On Medicine*), namun dengan tidak menghilangkan detail dan kontras dari citra obyek yang akan diamati.

Harapan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil pengamatan obyek fantom yang paling optimal dengan faktor eksposi yang sama antara penggunaan CR terhadap DR pada pesawat mamografi analog.

3.6.3. Pengukuran Parameter Dosis dan Citra

Diketahui perhitungan dosis yang dihasilkan oleh pesawat mamografi sebagaimana yang diterbitkan oleh pabrik, menunjukkan pada satu mAs yang digunakan untuk 7 tegangan tabung yang direkomendasikan. Dapat dilihat dosis radiasi per mAs yang diharapkan sebagai output tidak mengalami deviasi yang jauh.

Tabel 3.1. Paparan dosis per mAs berdasarkan tegangan yang diberikan.

Tegangan Tabung (kV)	Beban Pesawat (mAs)	Dosis (mGy)	Output (mGy/mAs)
26	18	1.32	0.073
27	18	1.5	0.083
28	18	1.7	0.094

29	18	1.9	0.105
30	18	2.1	0.116
31	18	2.33	0.129
32	18	2.55	0.141

Berdasarkan Tabel diatas maka, dan disesuaikan dengan faktor eksposi yang biasa digunakan oleh klinik YKI, kami masukkan data yang diperoleh kedalam dua jenis Tabel pengamatan, yaitu untuk jumlah obyek yang dapat diamati dan nilai *average glandular dose* yang dihasilkan oleh pesawat mamografi pada kedua jenis reseptor.

Tabel 3.2. Detail obyek yang terekam pada citra.

Tegangan Tabung (kV)	Beban Pesawat (mAs)	Jumlah kluster serat, bintik dan nodul yang terlihat	
		DR	CR
25	16	10	9
28	18	11	10
30	50	14	13
35	63	16	13

Tabel 3.3. Dosis tercatat oleh pesawat mamografi.

Tegangan Tabung (kV)	Beban Pesawat (mAs)	Paparasi Radiasi (μ Gy)	
		DR	CR
25	16	0.1	0.2
28	18	0.3	0.4
30	50	0.7	1.5
32	63	2.5	3.2

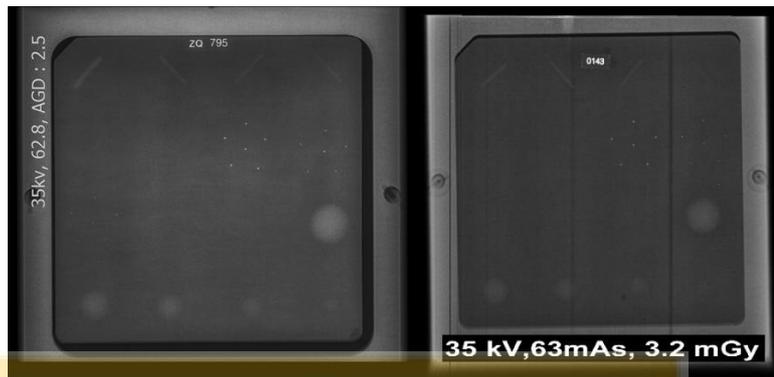
Menurut FDA (*food and drugs*) Amerika Serikat, *American College of Radiology* (ACR) dan *Mammography Quality Standard Act* (MQSA), memberikan rekomendasi batas dosis glandular pada payudara dengan ketebalan 4,5 cm setelah kompresi, adalah 3,0 mGy untuk satu kali exposure [17], karena hal tersebut dapat memicu terjadinya karsinoma. Hal ini juga direkomendasikan oleh pemerintah Indonesia melalui peraturan kepala (perka) BAPETEN no 9 tahun 2011.

Maka dari perolehan data tersebut kita dapat mengkalkulasi penurunan dosis antara penggunaan CR terhadap DR pada pesawat mamografi analog, tanpa mengurangi kualitas detail citra mammogram nya.

3.7. Analisis pengamatan responden

Data dengan 4 faktor eksposi yang berbeda yang masing masing berasal dari DR dan CR kemudian didistribusikan kepada 10 reponden untuk diberikan penilaian. Responden merupakan tenaga kesehatan (radiografer dan residen radiologi) dari 4 rumah sakit yang berbeda yang memiliki fasilitas mamografi. Responden memiliki keahlian dan pengalaman dalam melakukan pemeriksaan mamografi pada pasien, serta menentukan kualitas citra mamografi yang layak baca oleh dokter. Penilaian dicatat dalam sebuah Tabel skoring seperti terlihat pada gambar 16. dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Skor 4: untuk obyek yang dapat dilihat secara keseluruhan bentuk, batas dan jumlahnya.
- b. Skor 3: untuk obyek yang dapat dilihat bentuk, dan jumlahnya, namun batas nya tidak tegas atau kotrasnya kurang.
- c. Skor 2: untuk obyek hanya terlihat sebagian, baik bentuk, jumlah dan batasnya.
- d. Skor 1: jika obyek tidak dapat dilihat sama sekali.



[a]

[b]

Gambar 3.5. Hasil radiografi fantom dengan reseptor DR [a] dan CR [b] pada faktor eksposi 35kV dan 63 mAs

3.8. Pengujian data dengan *independent T test*

Pengujian *independent T test* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terjadinya perbedaan rerata yang bermakna antara dua kelompok bebas yang berskala data interval/rasio. Dua kelompok bebas ini tidak berpasangan dan berasal dari sumber yang berbeda. Pada penelitian ini dua kelompok ini adalah kelompok reseptor CR dan DR yang diujikan dengan memberikan paparan radiasi dengan faktor eksposi yang sama untuk melihat terjadinya perbedaan ketajaman detail citra obyek yang bisa ditangkap oleh masing-masing reseptor, sehingga dapat diketahui mana yang lebih unggul antara keduanya.

Asumsi yang harus dipenuhi untuk uji sampel t ini adalah :

1. Skala data interval atau rasio.
2. Kelompok data saling bebas dan tidak berpasangan.
3. Data perkelompok terdistribusi normal.
4. Data perkelompok tidak memiliki pecilan (*outliers*).
5. Varian antar kelompok homogen.

Adapun formula dari perhitungan ini adalah:

$$t \text{ hitung} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.1)$$

Dimana:

X_i : adalah rata-rata skor atau nilai kelompok i

N_i : adalah jumlah responden kelompok i

S_i^2 : adalah variance skor kelompok i

Dalam pengujian *independent t test* ini, dilakukan beberapa langkah yaitu:

1. Hipotesis

Hipotesis ini terdiri dari 2 yaitu, H_0 , dimana nilai pengukuran diterima, karena secara statistik tidak ada perbedaan antara rata-rata penilaian dengan menggunakan CR dengan rata-rata penilaian dengan menggunakan DR.

Sedangkan H_a , adalah dimana H_0 tidak diterima, karena terdapat perbedaan antara rata-rata penilaian penggunaan CR dengan rata-rata penggunaan DR

2. Menentukan tingkat signifikansi

Pengujian tingkat signifikansi menggunakan uji dua sisi dengan nilai $\alpha = 5\%$. Tingkat signifikansi dalam hal ini berarti kita mengambil risiko salah dalam mengambil keputusan untuk menolak hipotesis yang benar sebanyak-banyaknya 5% (signifikansi 5% atau 0,05 adalah ukuran standar yang sering digunakan dalam penelitian).

3. Menentukan t hitung

Nilai hitung t didapat dari perhitungan formula setelah data independen dimasukkan kedalam aplikasi, yang akan dimunculkan sebagai nilai beda (*equal variance assumed*).

4. Menentukan t Tabel

T -tabel atau nilai $-t$ besarnya adalah 2.086. Tabel distribusi t dicari pada $\alpha = 5\% : 2 = 2,5\%$ (uji 2 sisi) dengan derajat kebebasan (df) $n-2$ atau $22-2 = 20$.

Dengan pengujian 2 sisi (signifikansi = 0,025) hasil diperoleh untuk t tabel sebesar 2,086 atau dapat dicari di *Ms Excel* dengan cara pada *cell* kosong ketik = *tinv* (0.05,20) lalu enter.

5. Kriteria Pengujian

H_0 diterima jika $-t$ tabel $< -t$ hitung, atau t hitung $< t$ tabel

H_0 ditolak jika $-t$ hitung $< -t$ tabel atau t hitung $> t$ Tabel.

6. Membandingkan t hitung dengan t tabel dan probabilitas (*P Value*).

7. Kesimpulan dibuat untuk menentukan ada tidaknya perbedaan sampling.

3.9. Uji normalitas data dengan metode *Mann-Whitney*

Selain uji independent, dalam penelitian ini juga dilakukan uji normalitas, untuk melihat seberapa normal data yang diperoleh dari sebelas responden atas kedua reseptor. Untuk itu digunakan metode uji *Mann-Whitney*. Penggunaan metode ini mengasumsikan bahwa:

- a) Semua pengamatan dari kedua kelompok tidak saling berkaitan.
- b) Responsnya ordinal.
- c) Di bawah hipotesis H_0 , distribusi kedua populasi sama.
- d) Di bawah hipotesis alternative H_1 , distribusinya berbeda.

Formula dari perhitungan data statistik ini adalah:

$$U1 = R1 - \frac{n1(n1+1)}{2} \tag{3.2}$$

$$U2 = R2 - \frac{n2(n2+1)}{2} \tag{3.3}$$

$$U1+U2 = R1 - \frac{n1(n1+1)}{2} - R2 - \frac{n2(n2+1)}{2} \tag{3.4}$$

Dimana,

U : adalah hitung statistic dari sampel,

R : adalah jumlah peringkat dalam sampel,

n : adalah ukuran sampel,

maka didapati bahwa jumlah hitungan statistiknya adalah:

$$U1 + U2 = n1n2 \tag{3.5}$$



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penghitungan obyek fantom pada hasil radiografi

Sebagaimana disebutkan pada bab III tentang metode penelitian ini dengan menghitung jumlah obyek simulasi yang dapat dilihat tanpa pemrosesan citra pada monitor. Fantom mamografi model ACR 18 – 220, dibuat mirip dengan komposisi natural payudara, yaitu terdiri dari jaringan normal, jaringan tumor, dan kalsifikasi dengan ukuran, bentuk dan densitas yang beragam. Artefak yang diamati pada penelitian ini berupa sejumlah dan sekumpulan dari:

- a. Serat nilon, berbentuk garis dan bersifat sama dengan fiber atau serat pada payudara.
- b. Aluminium dioksida, berbentuk titik-titik sebagai simulasi kalsifikasi mikro.
- c. Bulatan plastik, sebagai representasi dari nodul atau massa.

Kesemua hal diatas merupakan tanda-tanda abnormalitas pada payudara, atau awal mula terbentuknya kanker payudara.



Test Objects	
FIBERS	1. 1.56 mm nylon fiber
	2. 1.12 mm nylon fiber
	3. 0.89 mm nylon fiber
	4. 0.75 mm nylon fiber
	5. 0.54 mm nylon fiber
	6. 0.40 mm nylon fiber
SPECKS	1. 0.54 mm Al ₂ O ₃ speck
	2. 0.40 mm Al ₂ O ₃ speck
	3. 0.32 mm Al ₂ O ₃ speck
	4. 0.24 mm Al ₂ O ₃ speck
	5. 0.16 mm Al ₂ O ₃ speck
MASSES	1. 2.00 mm thick mass
	2. 1.00 mm (thickness) mass
	3. 0.75 mm (thickness) mass
	4. 0.50 mm (thickness) mass
	5. 0.25 mm (thickness) mass

Gambar 4.1. Ukuran artefak pada fantom ACR 18-220, yang menjadi obyek penelitian [14]

4.1.1 Pengambilan citra fantom

Dilakukan eksposi pada fantom mamografi, dengan mengatur posisi, dengan sisi *wall chest* 1 cm dari obyek, lalu dikompresi untuk mengaktifkan pesawat mamografi. Fantom ini memiliki faktor kompresi setara dengan ketebalan 45mm

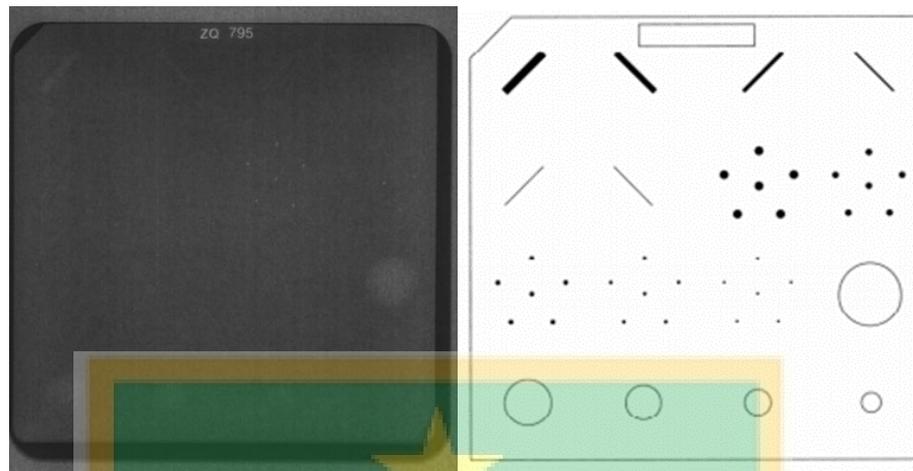
payudara terkompresi. Pasang kaset CR, maupun *flat panel*, pada wadah kaset. Faktor eksposi yang digunakan ada 4 tingkat, yaitu: 26 kV dan 16 mAs, 28 kV dan 18 mAs, 30 kV dan 50 mAs, serta 35 kV dan 63 mAs, pada penelitian ini, AEC pada pesawat mammo di non aktifkan agar mAs nya tidak otomatis.

Setelah hasil citra diterima oleh monitor konsol, lakukan pencatatan dan penyimpanan datanya, bisa dengan menyimpan citra dalam format DICOM maupun JPEG. Dalam penelitian ini data yang diambil hanya dalam bentuk JPEG, dikarenakan data DICOM yang di unduh menggunakan CD atau *flask disk* tidak disertai dengan perangkat lunak *auto run* dari vendornya.

4.1.2 Pengelompokkan data.

Data yang diambil dikelompokkan kedalam 4 jenis citra yang dapat dilihat tanpa pemrosesan citra yang diwakilkan oleh nilai 1,2, 3 dan 4 yaitu:

- a. Jelas: secara keseluruhan bentuk artefak dapat dilihat dengan jelas bentuk, batas dan jumlahnya. Diwakili oleh nilai 4.
- b. Tampak: secara keseluruhan bentuk artefak dapat dilihat bentuk, dan jumlahnya, namun batas nya tidak tegas atau kotrasnya kurang. Diwakili oleh nilai 3.
- c. Kabur: Jika artefak hanya terlihat sebagian, baik bentuk, jumlah dan batasnya. Diwakili oleh nilai 2.
- d. Hilang: jika artefak tidak dapat dilihat sama sekali. Diwakili oleh nilai 1.



Gambar 4.2. Citra radiografi fantom mammo dan panduannya [14]

Berikut adalah penentuan nilai responden atas citra radiografi fantom diatas.

Tabel 4.1. Nilai responden terhadap citra fantom.

Obyek Fantom	No	Tebal Obyek	Skor pada 26 kV 18 mAs
Serat	1	1,56 mm	4
	2	1,12 mm	3
	3	0,89 mm	3
	4	0,75 mm	2
	5	0,54 mm	1
	6	0,40 mm	1
Titik	1	0,54 mm	4
	2	0,40 mm	3
	3	0,32 mm	1
	4	0,24 mm	1
	5	0,16 mm	1
Bulatan	1	2,00 mm	4
	2	1,00 mm	3
	3	0,75 mm	2
	4	0,50 mm	2
	5	0,25 mm	1
Nilai Total			36

Nilai rerata adalah hasil dari nilai total dibagi dengan jumlah obyek yang dinilai, dalam contoh diatas adalah $36:16 = 2,25$. Sehingga hasil nilai statistik dari satu pengamatan untuk faktor eksposi sebesar 26 kV dan 18 mAs, adalah 2,25.

4.2 Penilaian citra CR dan DR

Penilaian citra detail obyek fantom mamografi ini dengan metode menyebarkan data survey pada responden, yang diberikan kepada radiografer atau dokter ahli radiologi yang rumah sakit atau klinik tempatnya bekerja memiliki fasilitas mamografi, sehingga responden dalam hal ini, diharapkan memiliki kemampuan untuk menilai citra yang diberikan. Penilaian responden pada surveynya dengan memberikan nilai untuk 16 corakan obyek, yang didapat dari 4 faktor eksposi berbeda seperti disebutkan sebelumnya. Faktor eksposi yang berbeda tersebut berdasarkan pada standar faktor eksposi yang dipakai di Klinik Yayasan Kanker Indonesia, untuk ukuran payudara kecil, sedang, besar dan dengan implant.

Survey ini diberikan kepada sebelas orang pengamat. Untuk citra mamografi fantom yang diamati dan dinilai ditampilkan dalam format JPEG, yang diatur sedemikian rupa agar obyek yang ditampilkan statis dan obyektif.

Tabel 4.2. Penilaian citra CR oleh satu responden

Faktor Eksposi pada CR	25kV, 16mAs	28 kV,18 mAs	30 kV,50 mAs	35 kV,63 mAs
Serat	1 1,56 mm	3	4	4
	2 1,12 mm	3	4	4
	3 0,89 mm	3	3	4
	4 0,75 mm	2	2	2
	5 0,54 mm	1	1	1
	6 0,40 mm	1	1	1
Titik	1 0,54 mm	4	4	4
	2 0,40 mm	3	4	4
	3 0,32 mm	2	1	2
	4 0,24 mm	1	1	1
	5 0,16 mm	1	1	1
Bulatan	1 2,00 mm	4	4	4
	2 1,00 mm	3	3	4
	3 0,75 mm	2	3	3
	4 0,50 mm	2	2	2
	5 0,25 mm	1	1	2
	2,25	2,4375	2,6875	3

Tabel 4.3. Penilaian citra DR oleh satu responden

Faktor Eksposi pada DR		25kV, 16mAs	28 kV,18 mAs	30 kV,50 mAs	35 kV,63 mAs
Serat	1 1,56 mm	4	4	4	4
	2 1,12 mm	4	4	4	4
	3 0,89 mm	3	4	4	4
	4 0,75 mm	2	4	4	4
	5 0,54 mm	1	2	3	3
	6 0,40 mm	1	1	1	2
Titik	1 0,54 mm	4	4	4	4
	2 0,40 mm	4	4	4	4
	3 0,32 mm	3	3	3	4
	4 0,24 mm	2	2	2	3
	5 0,16 mm	1	1	1	1
Bulatan	1 2,00 mm	4	4	4	4
	2 1,00 mm	4	4	4	4
	3 0,75 mm	3	3	4	4
	4 0,50 mm	2	2	3	4
	5 0,25 mm	1	1	2	2
		2,6875	2,9375	3,1875	3,4375

Tabel 4.4. Data rerata penilaian responden pada CR dan DR

Faktor Eksposi Responden	25kV, 16mAs		28 kV,18 mAs		30 kV,50 mAs		35 kV,63 mAs	
	CR	DR	CR	DR	CR	DR	CR	DR
1	2,25	2,69	2,44	2,94	2,69	3,19	3,00	3,44
2	1,94	2,13	2,19	2,31	2,56	2,88	2,50	3,06
3	1,94	2,13	2,31	2,44	2,75	3,06	3,25	3,44
4	2,19	2,19	2,50	2,50	3,00	2,88	3,13	3,19
5	2,38	2,13	2,75	2,63	2,81	2,94	2,94	3,13
6	1,63	1,44	1,94	2,06	2,38	2,75	2,63	3,06
7	2,25	2,38	2,69	2,81	2,88	3,06	3,00	3,38
8	1,63	2,63	1,94	2,38	2,38	2,63	2,63	2,75
9	2,50	2,25	2,38	2,81	2,63	3,06	2,69	3,44
10	2,38	2,88	2,56	2,75	2,44	2,81	2,75	2,75
11	1,94	1,94	2,25	2,31	2,44	2,75	2,56	2,56

Tabel diatas didapat dari 11 orang responden yang telah memberikan penilaiannya untuk setiap satu dari 16 obyek yang disajikan. Sehingga setiap orang melakukan penilaian untuk 128 obyek, terdiri dari 16 obyek untuk satu reseptor dan satu faktor eksposi, sementara disini ada dua reseptor dengan empat

faktor eksposi. Pada Tabel tersebut, rata-rata didapat dari jumlah penilaian per satu faktor eksposi setiap reseptor dibagi 16, total jumlah sampel independen sebanyak 1408.

4.3 Penilaian responden terhadap obyek fantom

Penilaian responden terhadap 3 jenis obyek fantom dari hasil masing-masing reseptor, mewakili pengamatan terhadap lesi yang mungkin terdapat pada pemeriksaan mamografi pada obyek yang sesungguhnya, yaitu:

a. Garis serat, yang merupakan interpretasi dari fibrosis pada jaringan payudara, terdiri dari 6 tingkat ketebalan / level, dimana level 1 paling tebal dan level 6 paling tipis. Standar pengamatan pada obyek ini dianggap baik jika serat level 4 masih dapat terlihat (14). Dalam penelitian ini, pada faktor eksposi 26 kV dan 16 mAs responden masih dapat mengamati serat sampai pada level 5 untuk reseptor DR dan level 4 pada CR. Dalam pengamatan fibrosis, hasil citra *flat panel* DR lebih baik dari CR.

b. Bintik / titik merupakan interpretasi dari mikrokalsifikasi pada jaringan payudara, terdiri dari 5 tingkat ketebalan / level, dimana level 1 paling tebal dan level 5 paling tipis. Standar pengamatan obyek ini dianggap baik jika level 3 masih dapat teramati (14). Dalam penelitian ini, dengan faktor eksposi 26 kV dan 16 mAs, responden masih dapat mengamati bitnik level 4 pada reseptor DR, sementara pada CR hanya sampai level 3. Dalam pengamatan bitnik, *flat panel* DR masih lebih unggul dibanding CR.

c. Bulatan, merupakan interpretasi adanya nodul atau massa pada jaringan payudara, dengan 5 level, dimana level 1 paling besar dan level 5 paling kecil. Standar pengamatan nodul ini dianggap baik jika level 3 masih dapat teramati pada citra mamografi (14). Pada faktor eksposi 26 kV dan 16 mAs, responden memberikan nilai level 4 masih teramati pada kedua reseptor. Sehingga dalam pengamatan nodul, citra hasil dari *flat panel* DR dan CR memberikan hasil yang sama.

Dari pengamatan ketiga jenis obyek diatas, responden memberikan penilaian bahwa penggunaan *flat panel* DR masih lebih baik dari pada *image plate* CR pada faktor eksposi yang paling rendah, untuk pengamatan citra fiber dan mikro kalsifikasi, sedangkan pada citra nodul atau massa, keduanya mempunyai kemampuan yang sama baik.

4.4 Analisis statistik penilaian responden

Untuk mendapatkan nilai statistik yang memiliki dasar ilmiah, pada penelitian ini digunakan metode *Mann-Whitney test* dengan aplikasi SPSS (*Statistical Packages for the Social Science*) dari IBM. Metode ini dapat menganalisa dua masukan nilai dari parameter yang tidak berhubungan, yaitu parameter nilai dan parameter reseptor (CR dan DR). karena keduanya tidak memiliki hubungan langsung, maka penganalisaannya berifat independen. Dengan kata lain disebut pengujian *independent sample t-test*. Dalam penelitian ini, karena setiap responden diminta untuk menilai 2 reseptor yang berbeda (CR dan DR), maka jumlah n pada penelitian ini adalah 22.

4.4.1 Penghitungan uji sampel Independen pada data penelitian

Data yang diperoleh dari 11 orang responden kemudian diolah menggunakan metode *independent T-test* SPSS, maka didapati hasil untuk tiap-tiap faktor eksposi antara CR dan DR pada table 4.5.

Tabel 4.5. Nilai P dan t hitung dari hasil aplikasi SPSS pada 11 orang responden

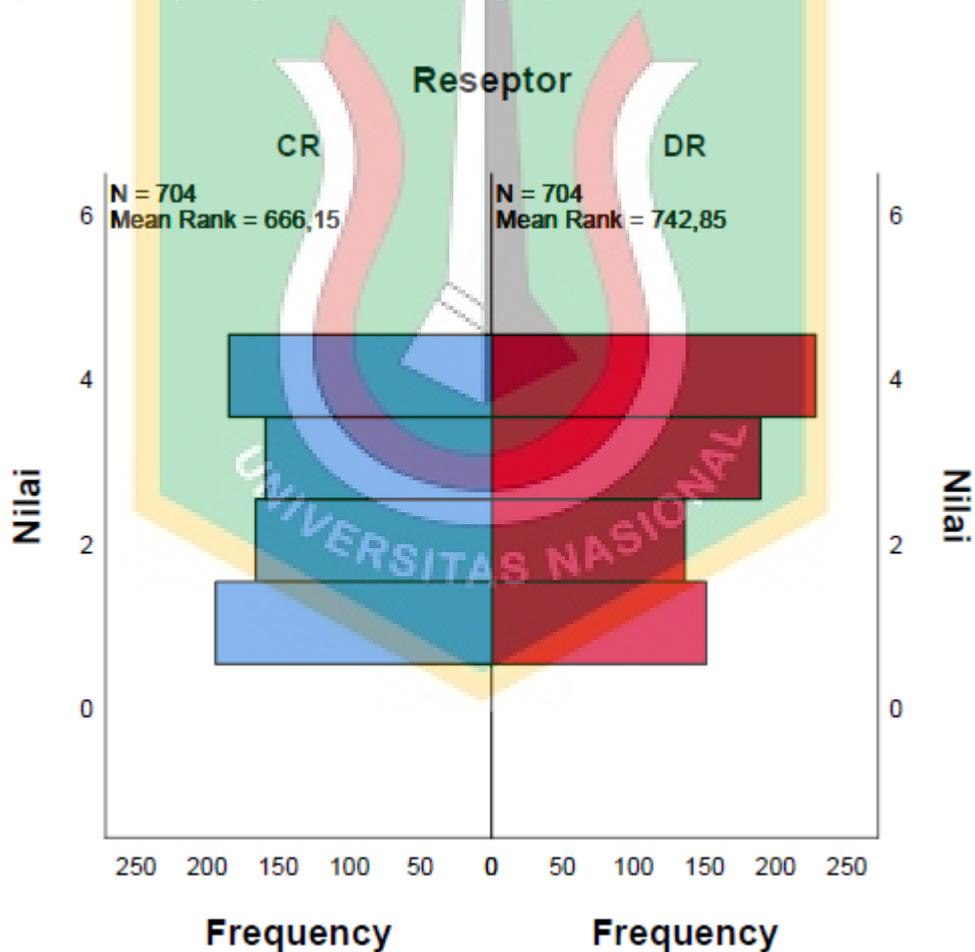
Faktor Eksposi	Reseptor	N	rerata (<i>mean</i>)	Standar deviasi	nilai P	nilai t
26 kV 16 mAs	CR	704	2.09	.302	0.029	5.560
	DR	704	2.27	.467		
28 kV 18 mAs	CR	704	2.36	.505	0.03	3.527
	DR	704	2.82	.405		
30 kV 50 mAs	CR	704	2.64	.505	0.02	12.203
	DR	704	3.09	.302		
35 kV 63 mAs	CR	704	3.00	.000	0.038	4.938
	DR	704	3.09	.302		

Berdasarkan table di atas, dari ke empat faktor eksposi yang dinilai oleh

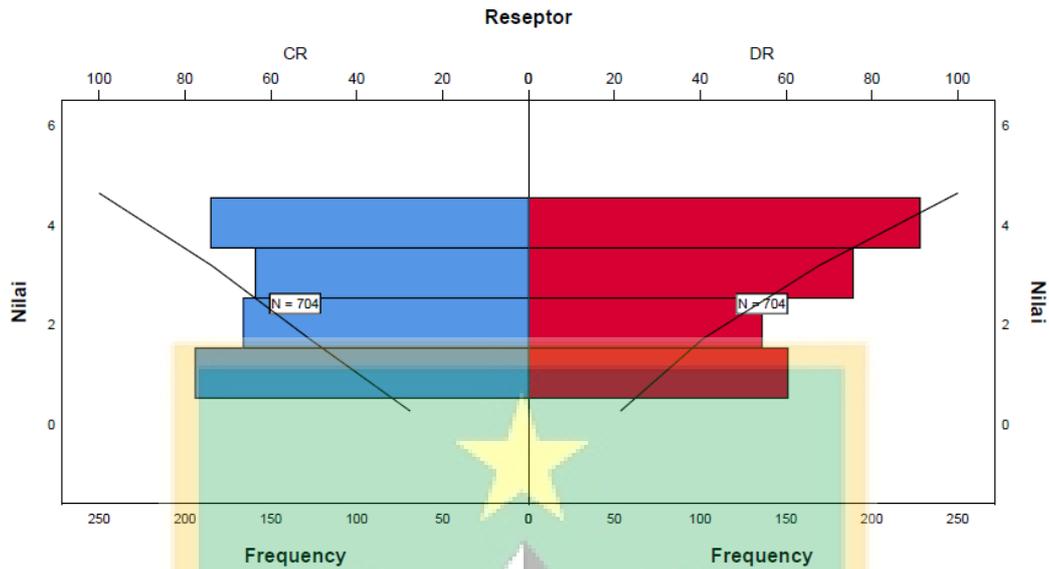
seluruh responden, didapati masing-masing nilai P hitung lebih besar dari nilai P tabel, dan nilai t hitung lebih kecil dari nilai t tabel. Hal ini menunjukkan bahwa semua hipotesis ditolak, dan dianggap terjadi perbedaan pada citra CR dan DR.

4.4.2 Analisis hasil perhitungan statistik

Jika dilihat dari perhitungan uji Mann-White, dengan menampilkan terdapat perhitungan nilai *mean* (rerata) dari 4 faktor eksposi antara CR dan DR dengan rentang selisihnya dari 0.09 sampai 0.46. Dari hal ini menunjukkan bahwa perbedaan yang terjadi antara keduanya tidak terlalu signifikan, lebih besar pada DR, dan hipotesisnya ditolak baik menurut hitungan *Mann-Whitney*, maupun juga ketika diuji dengan metode *Kolmogorof-Smirnov*.



Gambar 4.3. Grafik uji sampel *Mann-Whitney*.



Gambar 4.4. Grafik sampel uji *Kolmogorof-Smirnov*

Namun dalam kasus ini terjadinya perbedaan penilaian antara CR dan DR, dimana DR dianggap lebih jelas dalam memberikan hasil citra, juga dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain subyektifitas pengamat (responden), kecerahan monitor baca, dan dilakukan atau tidaknya perlakuan tertentu pada citra (misal pembesaraan) saat pengamatan dan penilaian hasil.

Terlepas dari itu semua, penelitian ini bertujuan untuk membuktikan klaim bahwa penggunaan *Flat panel detector* pada mamografi dianggap memberikan keuntungan dalam pengurangan dosis radiasi dan penambahan ketajaman detail citra, dibanding menggunakan CR.

4.5. Dosis radiasi pada paparan CR dan DR

Melihat dari nilai rerata dosis payudara (*average glandular dose*) yang dicatat oleh pesawat Siemens mamomat 3000, seperti yang ditampilkan pada tabel 3.3, terjadi perbedaan nilai signifikan antara dosis menggunakan CR dengan DR. Berikut adalah besar dosis yang tercatat untuk setiap faktor eksposi pada kedua reseptor:

- a. 26 kV dengan 16 mAs: 0.2 μ Gy pada CR dan 0.1 μ Gy pada DR, penurunan dosis 50% terhadap CR.

- b. 28 kV dengan 18 mAs: 0.4 μ Gy pada CR dan 0.3 μ Gy pada DR, penurunan dosis 20% terhadap CR.
- c. 30 kV dengan 50 mAs: 1.5 μ Gy pada CR dan 0.7 μ Gy pada DR, terjadi penurunan dosis 53% terhadap CR
- d. 35 kV dengan 63 mAs: 3.2 μ Gy pada CR dan 2.5 μ Gy pada DR, terjadi penurunan dosis 22% terhadap CR

Dengan catatan dosis tersebut tidak diukur pada obyek fantom, namun ditangkap oleh detektor pada pesawat mamografi,

Dilihat dari penurunan dosis tercatat dalam penggunaan DR terhadap CR berkisar pada nilai 20 % sampai 53%, angka tersebut sangat baik, jika penurunan dosis tersebut adalah yang diterima oleh obyek, dalam hal ini fantom, atau pasien, mengingat hal ini terkait dengan keselamatan radiasi dan prinsip ALARA (*As low as reasonable achivable*). Namun dalam hal ini kemungkinan terjadinya penurunan dosis tercatat oleh pesawat adalah akibat sifat ketidak konsistenan sinar-x, kelelahan tabung sinar x dan juga perbedaan kepadatan reseptor berukuran 18cm x 24cm, dalam hal ini reseptor DR berisikan panel elektronik, sedangkan CR berisikan lembaran fosfor dan aluminium. Berat keduanya berkisar antara 850 - 920 gram.

4.6. Perbedaan detail pada reseptor

Dari hasil penelitian yang menunjukkan jika hasil citra oleh reseptor DR memiliki detail yang lebih baik dikarenakan hal sebagai berikut:

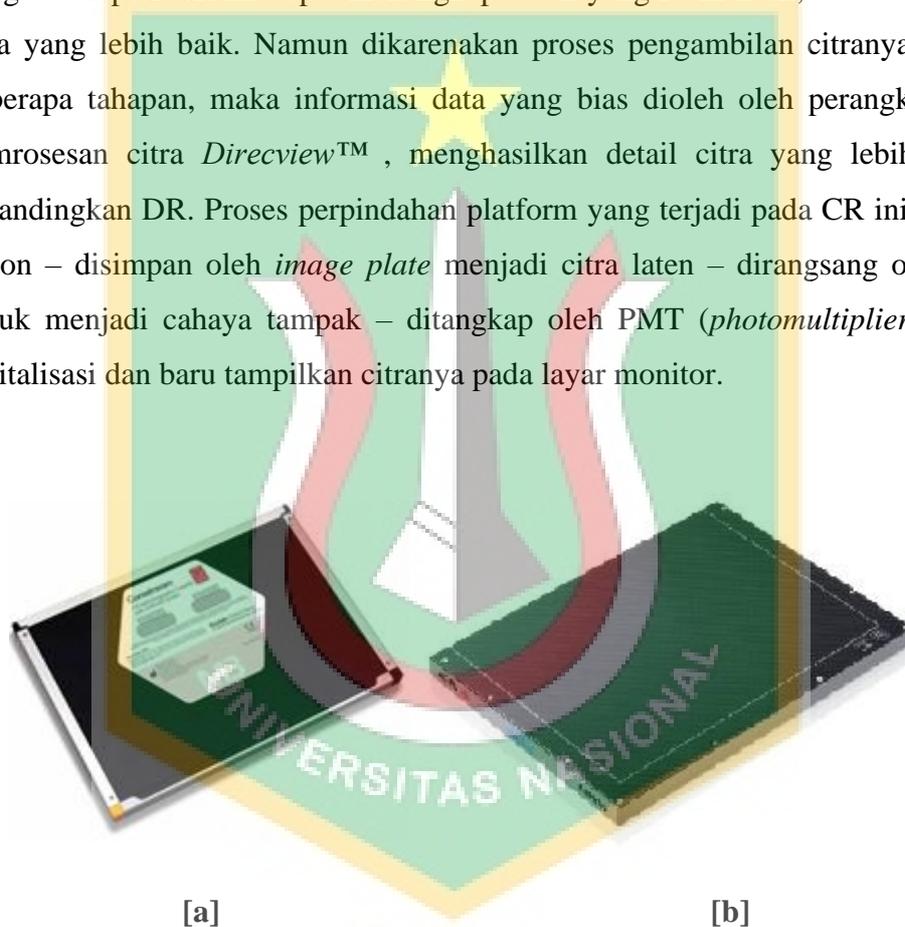
a. Flat Panel detektor DR18M

Reseptor DR yang digunakan pada penelitian ini, terdiri dari lapisan fosfor dan panel sensor elektrik yang menjadikannya *indirect* DR, dengan nilai DQE (*detective quantum efficiency*) 70%, dan nilai piksel 70 μ m, hal tersebut menjadikannya reseptor yang cukup efisien saat menerima foton sinar-x, faktor kehilangan datanya rendah. Pengolahan citra menggunakan perangkat lunak bawaan vendor, yaitu *Musica3™*, memberikan hasil yang lebih detail. Selain dari itu, tidak adanya proses perpindahan platform reseptor selama proses pencitraan, memungkinkan reseptor ini untuk memberikan hasil detail citra yang lebih baik ,

dan dapat menekan dosis radiasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil citra yang diinginkan oleh pengamat (ahli radiologi)

b. *Image Plate CR Clasic*

Reseptor *image plate* CR, dengan tipe HER-M3 , yang dikhususkan untuk pencitraan mamografi , memiliki nilai piksel 50 μm , namun nilai DQE nya tidak disebutkan. Dengan nilai piksel yang lebih baik dari reseptor DR, seharusnya dengan reseptor CR ini dapat menangkap detail yang lebih kecil, dan menyajikan data yang lebih baik. Namun dikarenakan proses pengambilan citranya melalui beberapa tahapan, maka informasi data yang bias dioleh oleh perangkat lunak pemrosesan citra *Direcview™* , menghasilkan detail citra yang lebih rendah dibandingkan DR. Proses perpindahan platform yang terjadi pada CR ini adalah : Foton – disimpan oleh *image plate* menjadi citra laten – dirangsang oleh laser untuk menjadi cahaya tampak – ditangkap oleh PMT (*photomultiplier tube*) – digitalisasi dan baru tampilkan citranya pada layar monitor.



Gambar 4.3. [a], reseptor kaset CR yang berisi lembaran fosfor pada lempeng aluminium (*Image Plate*), dan [b] ,*flat panel detector* DR yang berisi panel-panel elektronik



BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Terjadi penurunan dosis radiasi pada penggunaan reseptor *Flat Panel Detector* (FPD) DR, yang lebih rendah 20% hingga 53% dibanding menggunakan reseptor *Computed Radiography* (CR) yang dicatat pada pesawat mamografi analog Siemens mamomat 3000.
2. Dengan dosis radiasi yang sama, *Flat Panel Detector* (FPD) dinilai mampu memberikan detail citra yang lebih jelas dibanding hasil yang disajikan dengan menggunakan *Image Plate Computed Radiography* (CR).

Saran

Penelitian penggunaan *Flat Panel Detector* (FPD) retrofit mamografi masih dapat dilanjutkan untuk mengukur dosis yang diterima oleh obyek langsung, dimana hasil penelitian tersebut dapat menjadi acuan sebagai alternatif penggunaan *retrofit digital* mamografi diantara penggunaan CR mamografi dan *Full Field Digital Mammography*.



DAFTAR PUSTAKA

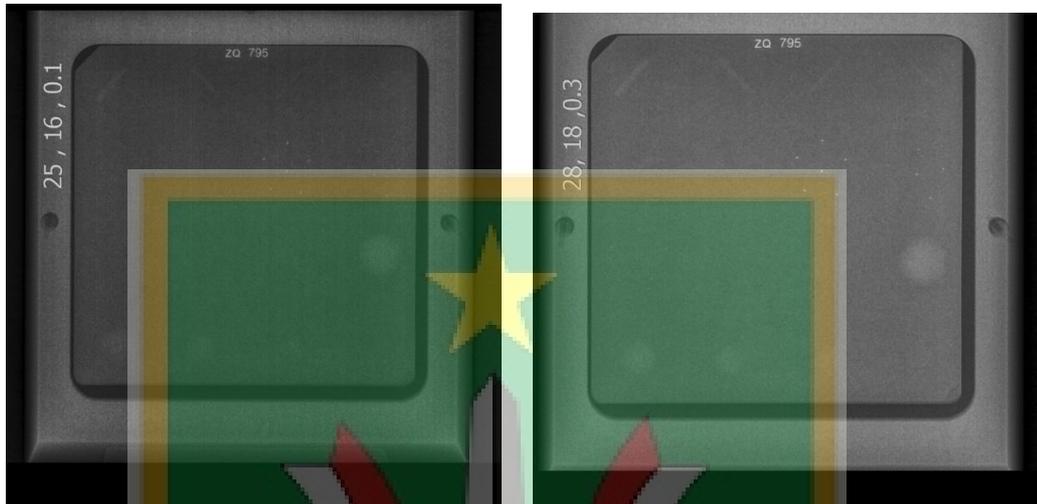
1. Keating, Nancy L, et al, 2018, *Breast Cancer Screening in 2018, Time for shared decision making*, Journal of American Mammography Association. Tersedia : <https://jamanetwork.com/> [Diakses: 19 April 2019]
2. Gilbert, Welch, et al, 2016, *Breast Cancer Tumor Size, Over diagnosis and Screening Effectiveness*, the New England Journal Medicine. Tersedia: <https://nejm.org> . [Diakses: 8 April 2019]
3. Vehel, Jack Levy, et. al, 2011, *Multi Fractal Segmentation of Images*, HAL archives-ouvertes France. Tersedia: <https://hal.inria.fr/inria-00592260>. Diakses: [20 April 2019]
4. Miller, Louis C, et. al, 2016, *Mammography Positioning, Basic and Advanced*, San Diego CA. Tersedia: <https://sbi-online.org/portal/0/Breast20%Imaging>. [Diakses: 30 Juli 2019]
5. Copetti, Stefano, et. al, 2019, *eLearning on DR Retrofit Mammography*, Agfa , Munich. Tersedia kalangan terbatas: https://portal.agfa.net/irj/portaldtrainingtype_alp.htm Disampaikan pada *e learning* [1 Agustus 2019], pp. 1-36
6. Carestream Health, 2010, *CR Carestream, digital image processing*. Disampaikan pada training internal [Juni 2012], pp. 1 – 30
7. Kartika, Ni L, 2018, *Computed Radiography and Digital Radiography*, disampaikan pada mata kuliah pencitraan Sinar-x semester 3 perkuliahan ke-4

8. Schaetzing, Ralph, 2007, *Agfa's MUSICA²™, Taking Image Processing to the Next Level*, White Paper, Agfa NV, pp. 1-31.
9. Service, Global, AGFA Healthcare, 2018, *Mamo DR Retrofit, Service Information Bulletin*. Tersedia: <https://portal.agfa.net/irj/knowledge> . Diakses: [20 Agustus 2019], pp. 1-3
10. Dance, D.R, et al, 2011, *Estimation of mead glandular dose for breast tomosynthesis: factor for use with the UK, European and IAEA breast dosimetry protocols*. Tersedia: <https://www.researchgate.net/publication/>. Diakses: [15 Juni 2019], pp. 458-461.
11. Fajarini, Eunike S, 2011, *Evaluasi Mean Glandular Dose Pada Mammografi CR*, FMIPA, Universitas Indonesia. Tersedia: <https://lib.ui.ac.id> . Diakses: [24 Juni 2019], pp. 35-49
12. Sidabutar, Susiana, 2012, *Kontrol Kualitas Sistem Mamografi Digital (DR)*, FMIPA Universitas Indonesia. Tersedia: <https://lib.ui.ac.id>. Diakses: [26 Juni 2019], pp.6-16
13. Tunjungsari, Eky, et al, 2014, *Deteksi Dini Kanker Payudara dari Citra Mamografi Menggunakan Grey Level Co-Occurrence Matrice (GLCM) dan Fuzzy Backpropagation*, FMIPA, Universitas Airlangga. Tersedia: <http://repository.unair.ac.id/25476/> Diakses: [27 Juni 2019], pp. 2-14
14. Peplow, DE dan Verghes, K. 1998. *Monte Carlo Modeling of Mammographic Images*. Transaction of The American Nuclear Society, vol. 79

15. Nithel, Essen, 2007, *Multifractal-based image analysis with application in medical imaging*, Department of Computing science, UMEA University, Sweden. Tersedia: https://www.researchgate.net/publication/251616622_Multifractal-based_Image_Analysis_with_applications_in_Medical_Imaging. Diakses: [11 Agustus 2019], pp. 52-76
16. IAEA, 2007, *Technical Report Series No.457, Dosimetry in Diagnostic Radiology : An International Code of Practice*, International Atomic Energy Agency, Vienna. Dikutip: https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS457_web.pdf . Diakses: [27 Agustus 2019], pp. 26 dan 277
17. FDA, U.S Department Of Health And Human Service, *The Mammography Quality Standard Act Final Regulation: Preparing for MSQA Inspection; Final Guidance for Industry and FDA*, Dikutip: <https://www.fda.gov/media/74027/> Diakses: [20 April 2019], pp. 21
18. *Statistical Package for Social Science Application*, IBM. Tersedia: *IBM security access manager* <https://myibm.ibm.com/products-services/manage/504856897/downloads>. Diakses: [20 Januari 2020].

Lampiran 1

Gambar fantom mamografi dengan reseptor *Flat Panel Detector* (DR).



Faktor eksposi : 26 kV dan 16 mAs

Faktor eksposi : 28 kV dan 18 mAs



Faktor eksposi : 30 kV dan 50 mAs

Faktor eksposi : 35 kV dan 63 mAs

Lampiran 2

Gambar fantom mamografi dengan reseptor *Image Plate* (CR)



Lampiran 4

Frequency Table

CR_1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	54	42.2	42.2	42.2
	2.00	31	24.2	24.2	66.4
	3.00	29	22.7	22.7	89.1
	4.00	14	10.9	10.9	100.0
	Total	128	100.0	100.0	

CR_2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	39	30.5	30.5	30.5
	2.00	33	25.8	25.8	56.3
	3.00	29	22.7	22.7	78.9
	4.00	27	21.1	21.1	100.0
	Total	128	100.0	100.0	

CR_3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	32	25.0	25.0	25.0
	2.00	23	18.0	18.0	43.0
	3.00	27	21.1	21.1	64.1
	4.00	46	35.9	35.9	100.0
	Total	128	100.0	100.0	

CR_4

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	28	21.9	21.9	21.9
	2.00	19	14.8	14.8	36.7
	3.00	21	16.4	16.4	53.1
	4.00	60	46.9	46.9	100.0
	Total	128	100.0	100.0	

Lampiran 5

DR_1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	44	34.4	34.4	34.4
	2.00	30	23.4	23.4	57.8
	3.00	37	28.9	28.9	86.7
	4.00	17	13.3	13.3	100.0
Total		128	100.0	100.0	

DR_2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	31	24.2	24.2	24.2
	2.00	31	24.2	24.2	48.4
	3.00	36	28.1	28.1	76.6
	4.00	30	23.4	23.4	100.0
Total		128	100.0	100.0	

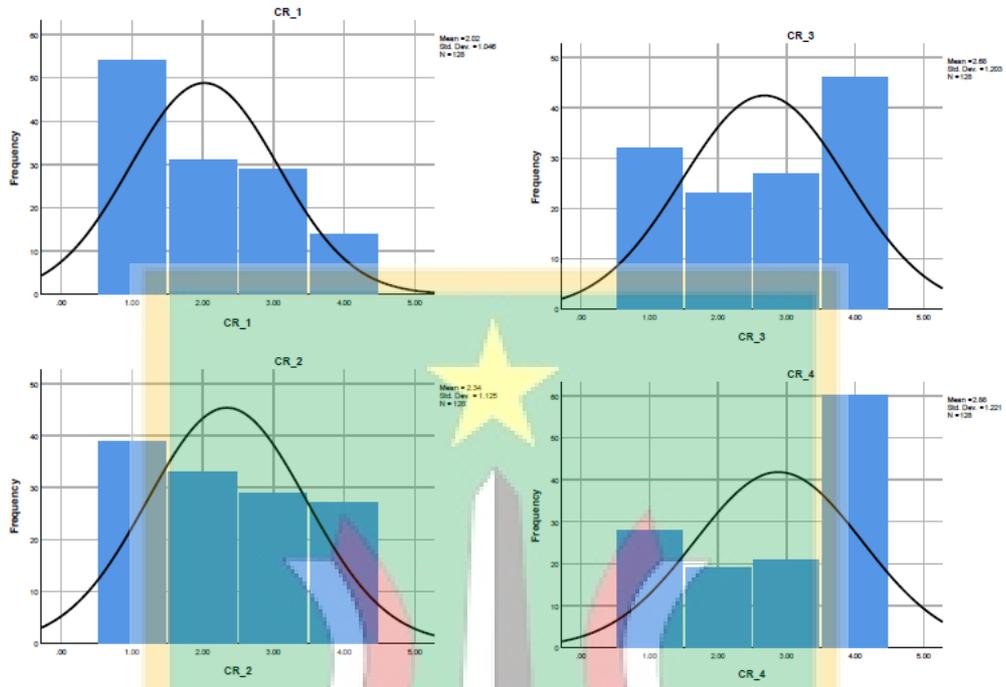
DR_3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	19	14.8	14.8	14.8
	2.00	22	17.2	17.2	32.0
	3.00	37	28.9	28.9	60.9
	4.00	50	39.1	39.1	100.0
Total		128	100.0	100.0	

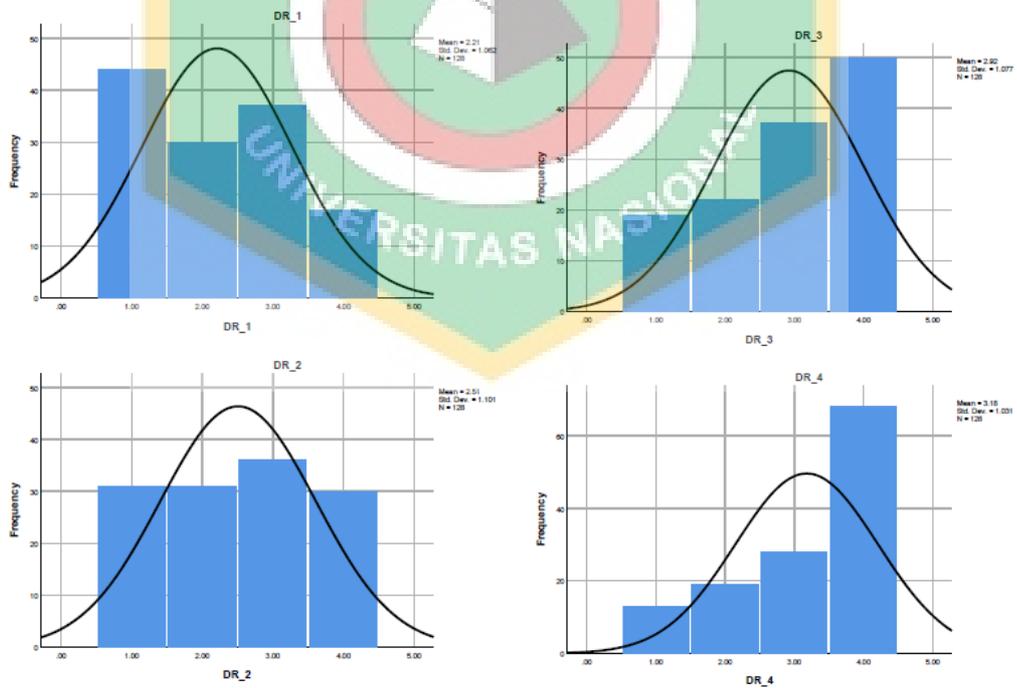
DR_4

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.00	13	10.2	10.2	10.2
	2.00	19	14.8	14.8	25.0
	3.00	28	21.9	21.9	46.9
	4.00	68	53.1	53.1	100.0
Total		128	100.0	100.0	

Lampiran 6



Gambar Histogram Mann-Whitney pada CR dengan 4 faktor eksposi berbeda



Gambar histogram Mann-Whitney pada DR dengan 4 faktor eksposi berbeda

Lampiran 7

Nonparametric Tests

Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Nilai is the same across categories of Reseptor.	Independent-Samples Mann-Whitney U Test	.000	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Nilai is the same across categories of Reseptor.	Independent-Samples Kolmogorov-Smirnov Test	.001	Reject the null hypothesis.

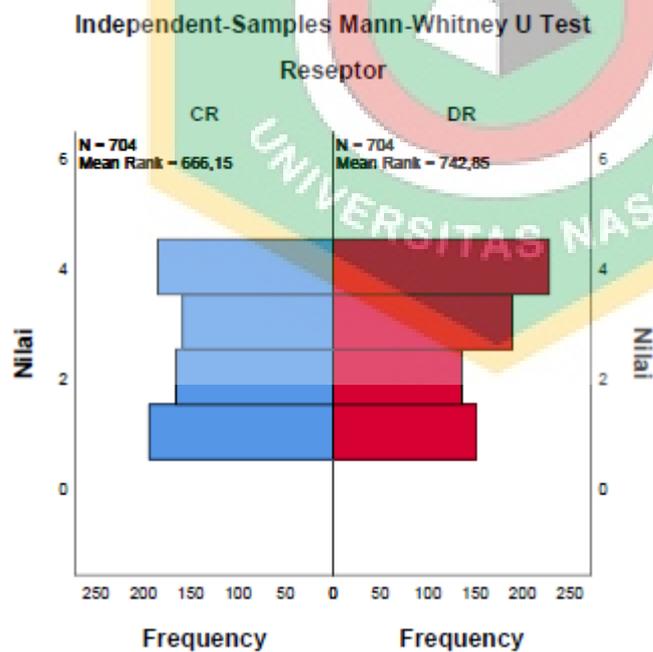
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .050.

Independent-Samples Mann-Whitney U Test

Nilai across Reseptor

Independent-Samples Mann-Whitney U Test Summary

Total N	1408
Mann-Whitney U	274806.500
Wilcoxon W	522966.500
Test Statistic	274806.500
Standard Error	7376.720
Standardized Test Statistic	3.680
Asymptotic Sig. (2-sided test)	.000



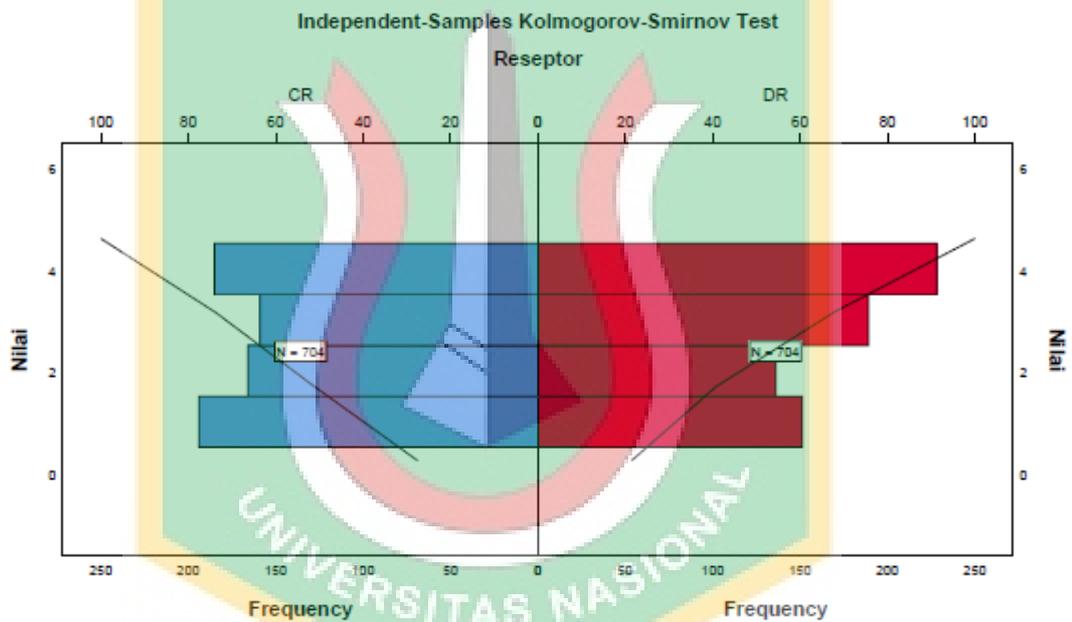
Lampiran 8

Independent-Samples Kolmogorov-Smirnov Test

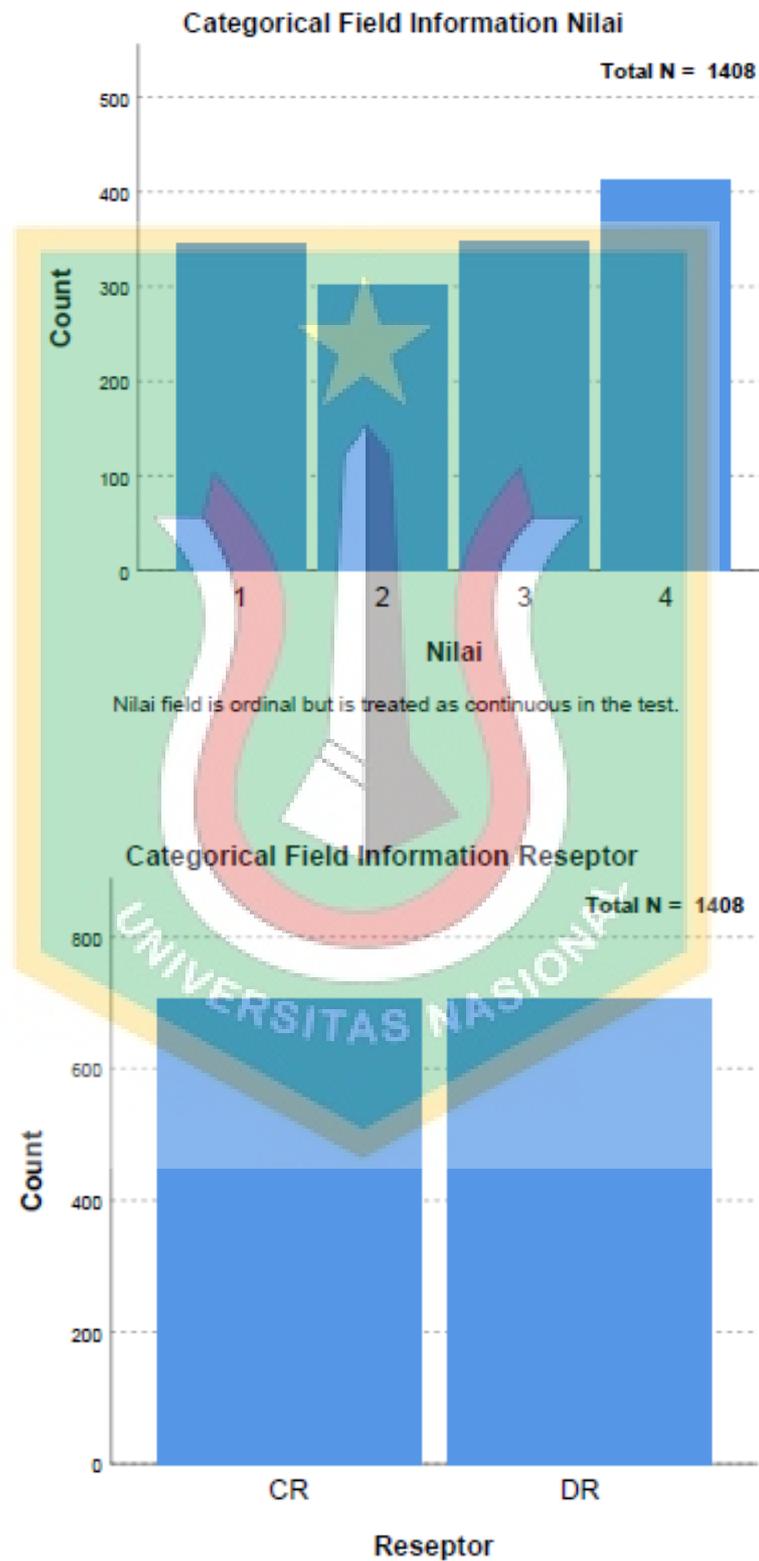
Nilai across Reseptor

Independent-Samples Kolmogorov-Smirnov Test Summary

Total N	1408	
Most Extreme Differences	Absolute	.104
	Positive	.104
	Negative	.000
Test Statistic	1.945	
Asymptotic Sig.(2-sided test)	.001	



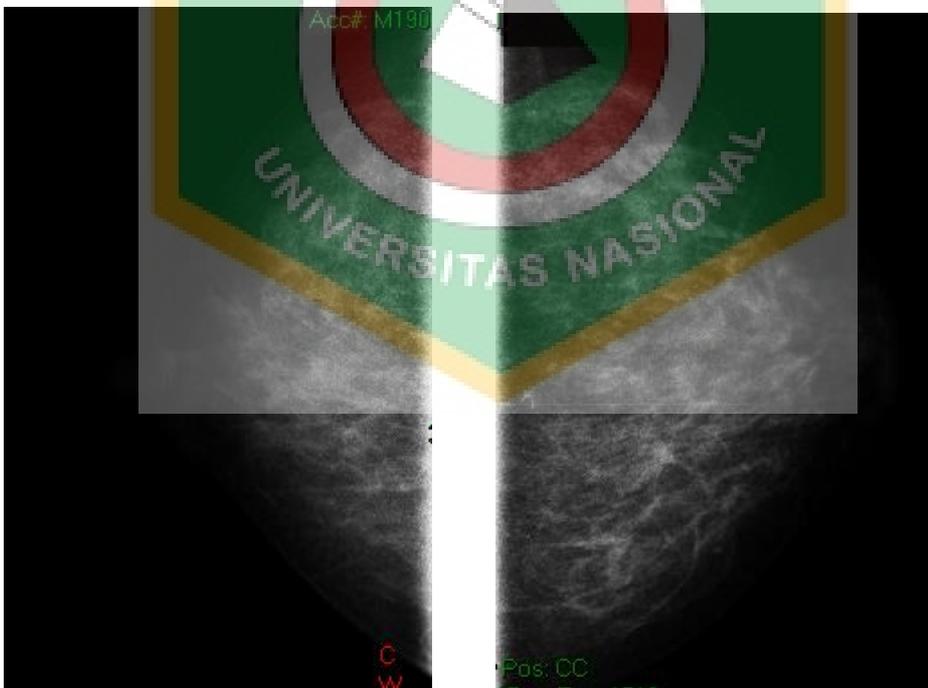
Lampiran 9



Lampiran 10

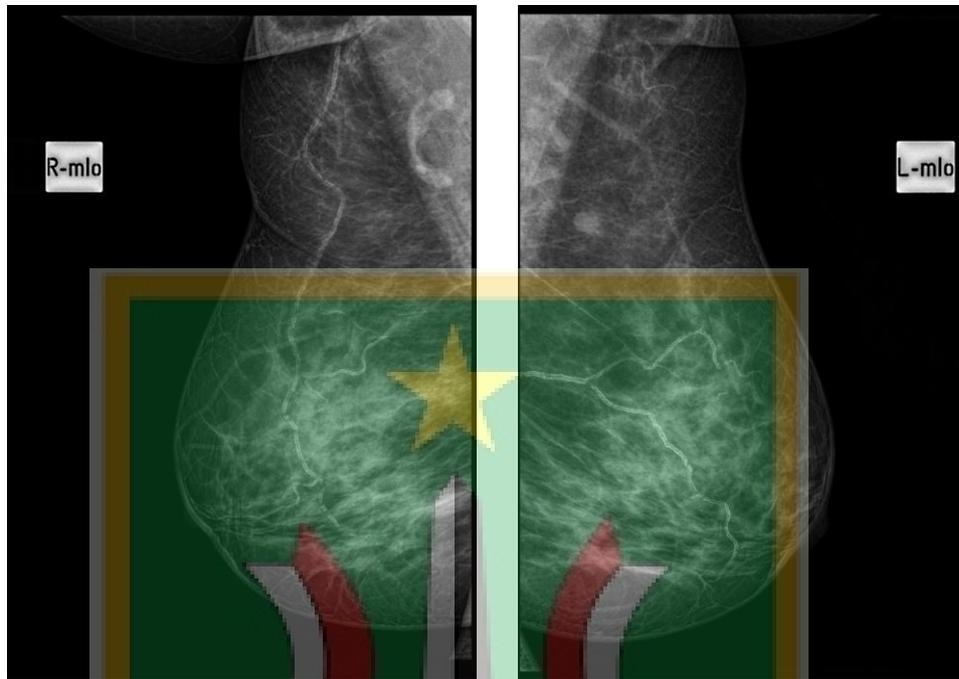


Citra mamografi kanan dan kiri dengan proyeksi *Mediolateral Oblique* dengan reseptor CR di YKI

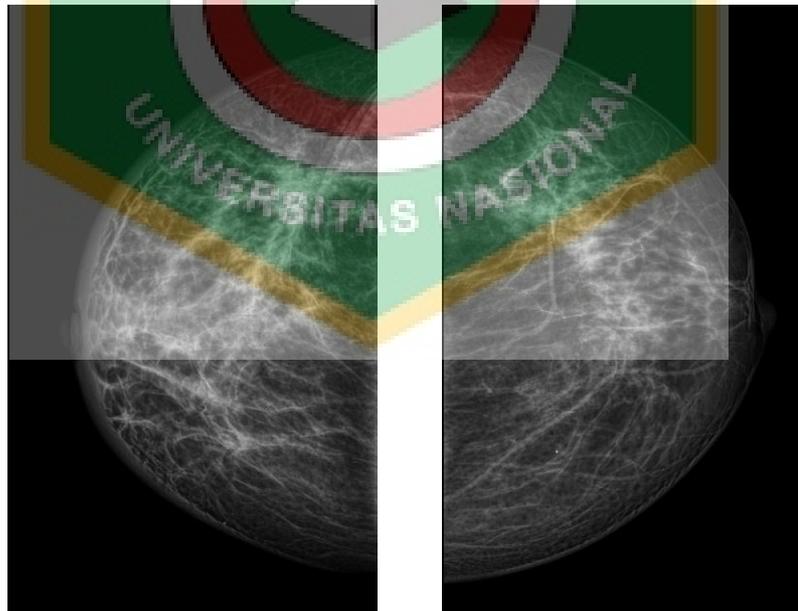


Citra mamografi kanan dan kiri dengan proyeksi *Caudo cranial* dengan reseptor CR di YKI

Lampiran 11



Citra mamografi kanan dan kiri dengan proyeksi *Mediolateral Oblique* dengan reseptor DR di YKI



Citra mamografi kanan dan kiri dengan proyeksi *Cranio Caudal* dengan reseptor DR di YKI