

**MODUL PERANGKAT LUNAK AKUISISI CITRA DAN KENDALI MEJA
PUTAR PROTOTIPE PERANGKAT RADIOSKOPI UNTUK INDUSTRI
MANUFAKTUR**

Andeka Tris Susanto, Kristedjo Kurnianto, Demon Handoyo, Fitri Suryaningsih
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir - BATAN
Gedung 71 Kawasan PUSPIPTEK, Tangerang Selatan 15310
andeka@batan.go.id

ABSTRAK

MODUL PERANGKAT LUNAK AKUISISI CITRA DAN KENDALI MEJA PUTAR PROTOTIPE PERANGKAT RADIOSKOPI UNTUK INDUSTRI MANUFAKTUR. Sejalan dengan perkembangan teknologi digital, saat ini uji tak rusak (NDT) banyak dilakukan secara digital. Radiografi digital adalah sebuah bentuk pencitraan sinar-X, dimana sensor-sensor sinar-X digital digunakan menggantikan film radiografi konvensional. Perkembangan teknik digital memberikan keunggulan dalam waktu pengolahan dan analisis citra radiografi. Saat ini BATAN sedang melakukan penelitian dan pengembangan metode uji tak rusak (NDT) dengan menggunakan pesawat sinar-X yang dilengkapi dengan modul prototipe perangkat radioskopi. Untuk mengoperasikan perangkat radioskopi ini telah dikembangkan modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar. Perangkat lunak ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya yaitu tersedianya fitur integration frame yang digunakan untuk mengurangi noise dalam proses akuisisi citra. Selain itu tersedia fitur temporal median filter yang berguna untuk memperhalus kontur citra pada salah satu sisi citra. Perangkat lunak ini juga tersedia fitur kendali meja putar yang mampu melakukan akuisisi citra secara otomatis dengan proyeksi berbagai sudut. Hasil akuisisi citra tersebut disimpan secara otomatis dan kemudian digunakan untuk rekonstruksi tomografi.

Kata kunci: akuisisi, radiografi digital, perangkat lunak, radioskopi

ABSTRACT

SOFTWARE MODULE FOR IMAGE ACQUISITION AND ROTATING DESK CONTROL PROTOTYPE OF RADIOSCOPY DEVICE FOR MANUFACTURING INDUSTRY. In line with the development of digital technology, the current nondestructive testing (NDT) is mostly done digitally. Digital radiography is a form of X-ray imaging, in which digital X-ray sensors are used in place of conventional radiographic films. The development of digital techniques provides an advantage in processing time and radiographic image analysis. Currently BATAN is conducting research and development of Nondestructive Testing method (NDT) using X-ray equipment equipped with radioscopy device prototype module. To operate this radioscopy device, an image acquisition software module and control for turning table has been developed. This software has several advantages including the frame integration feature which is used to reduce noise in the image acquisition process. In addition there is also a temporal median filter feature which is useful to refine the contour of one side of an image. The software also provides a feature of a playback control feature that is capable of performing image acquisition automatically with multi angle projection. The results of the acquisition image are automatically stored and then used for tomographic reconstruction

Key words: acquisition, digital radiography, software, radioscopy

1. PENDAHULUAN

Teknik uji tak-rusak (*Non-Destructive Test* NDT) merupakan teknik uji untuk mengamati komponen yang dalam pengujiannya tidak dilakukan dengan cara merusak

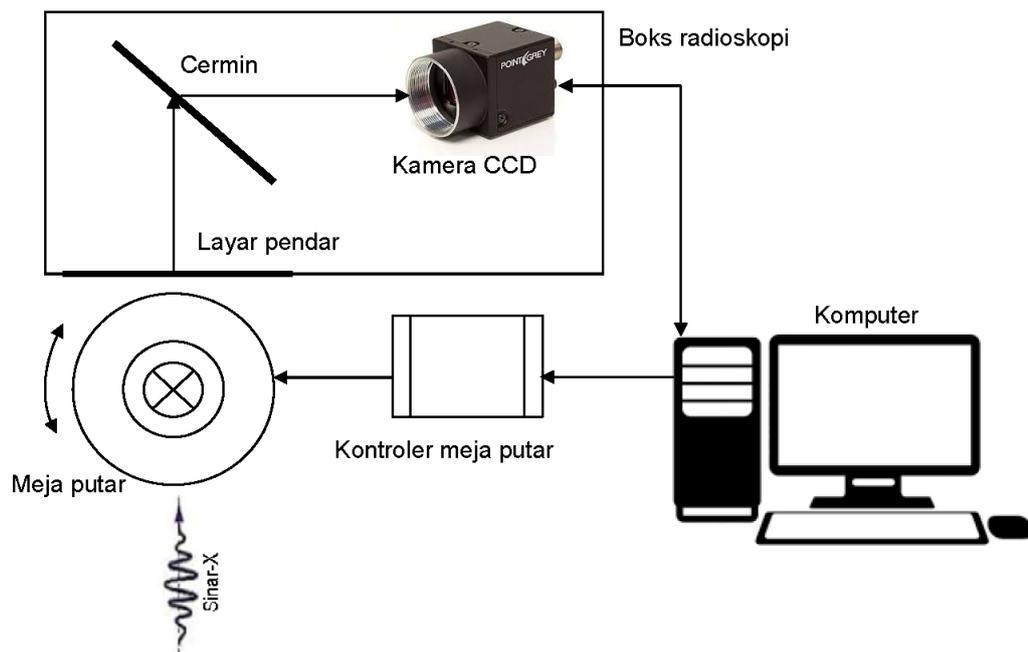
komponen tersebut. Dalam industri manufaktur, teknik uji tak-rusak (NDT) digunakan sebagai kendali kualitas produk yang dihasilkan, seperti untuk pengecekan cacat *velg*, blok mesin, dan komponen-komponen lainnya.

Sejalan dengan perkembangan teknologi digital, saat ini teknik uji tak-rusak (NDT) telah banyak dilakukan secara digital. Perkembangan teknik digital memberikan keunggulan dalam waktu pengolahan dan analisis citra radiografi. Saat ini sudah ada metode uji tak-rusak (NDT) dengan menggunakan pesawat sinar-X yang dilengkapi dengan modul penangkap citra berbasis layar pendar. Modul ini terdiri dari layar pendar yang mengubah sinar-X menjadi cahaya tampak yang selanjutnya ditangkap oleh *charge-coupled device* (CCD) kamera. Dengan menggunakan modul ini, hasil pencitraan dari pesawat sinar-X segera ditransfer ke komputer sebagai citra digital.

Berangkat dari permasalahan ini, PRFN-BATAN melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan perangkat penangkap citra radioskopi untuk industri manufaktur yang diberi nama Radio5016 Fluoroscope. Salah satu kegiatan ini yaitu pembuatan modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar yang digunakan untuk pengoperasian perangkat radioskopi Radio5016 Fluoroscope. Modul perangkat lunak ini mampu digunakan untuk akuisisi citra secara manual maupun secara otomatis. Pada proses akuisisi citra secara otomatis, benda uji diletakkan pada meja putar yang secara terintegrasi dikendalikan dengan perangkat Radio5016 Fluoroscope. Hasil proyeksi citra dari berbagai sudut selanjutnya siap direkonstruksi tomografi.

2. DASAR TEORI

Pesawat sinar-X digital terdiri dari generator sinar-X dan sistem radiografi digital. Generator sinar-X terdiri dari sistem kendali dan tabung sebagai pembangkit sinar-X. Sistem radiografi digital terdiri dari perangkat penangkap citra dan komputer pengolah citra. Selanjutnya, bagian penangkap citra bisa memanfaatkan layar pendar yang terbuat dari bahan fosfor ditambah dengan kamera *charge-coupled device* (CCD), *image intensifier* maupun detektor *flat-panel*. Kemudian komputer digunakan untuk penyimpanan data objek, akuisisi, pengolahan, penampilan dan penyimpanan citra dari objek[1].



Gambar 1. Skema perangkat radioskopi untuk industri manufaktur

Skema prototipe perangkat radioskopi untuk industri manufaktur ditunjukkan pada Gambar 1. *Fluorescence screen* (layar pendar) digunakan sebagai detektor pengangkap citra radiografi. Kamera CCD dihubungkan dengan sebuah komputer untuk membaca dan menampilkan data yang ditangkap oleh kamera CCD tersebut. Untuk melindungi kamera dari radiasi sinar-X, kamera dipasang pelindung radiasi dari timbal (Pb). Kamera CCD yang digunakan adalah kamera yang memiliki resolusi tinggi. Apabila sinar-X mengenai layar pendar, cahaya akan keluar dari layar tersebut yang intensitasnya tergantung dari banyaknya sinar-X yang mengenainya. Dengan kata lain, layar pendar ini dapat mengubah sinar-X menjadi cahaya tampak. Cahaya tampak tersebut yang akan ditangkap oleh kamera CCD (*Charge Coupled Device*). Data tersebut selanjutnya diolah dan ditampilkan oleh komputer yang kemudian disebut dengan citra digital[2]. Gambar 2 adalah perangkat radioskopi (Radio5016 Fluoroscope).



a. Boks radioskopi Radio5016



b. CCD kamera



c. Layar pendar

Gambar 2. Perangkat Radio5016 Fluoroscope

2.1. Tomografi

Tomografi adalah teknik radiografi yang digunakan untuk melihat penampang dalam sebuah objek tanpa harus membelah objek yang bersangkutan. Metode tomografi dibagi menjadi dua tahap yaitu proses pengambilan data proyeksi dan proses rekonstruksi citra[3]. Proses pengambilan data proyeksi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu meletakkan beberapa detektor (penangkap citra) sekeliling objek atau meletakkan objek di meja putar kemudian pengambilan data proyeksi dengan berbagai sudut. Pada penelitian ini digunakan cara yang kedua, yaitu penggunaan meja putar URS75BCC dan kontroler SMC100 CC. Gambar 3 menunjukkan meja putar dan kontroler yang digunakan.



a. Meja putar URS75BCC



b. Kontroler SMC100 CC

Gambar 3. Meja putar URS75BCC dan Kontroler SMC100 CC

2.2. Citra Digital

Citra digital adalah citra dua dimensi yang dapat ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan nilai digital yang disebut piksel. Citra digital merupakan fungsi intensitas $f(x,y)$, dimana x dan y merupakan koordinat spasial. Nilai fungsi tersebut di setiap titik (x,y) merupakan nilai keabuan citra pada titik tersebut. Citra digital merupakan suatu matriks dimana indeks baris dan kolomnya menyatakan suatu titik pada citra tersebut dan elemen matriksnya menyatakan tingkat keabuan pada titik tersebut, untuk citra 8 bit rentang nilai keabuan 0 - 255. Persamaan 1, merupakan matrik citra digital berukuran N (baris/tinggi) x M (kolom/lebar)[4].

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \dots\dots\dots(\text{Pers.1})$$

Keterangan :

- $f(x,y)$: fungsi intensitas citra digital
- N : jumlah baris
- M : jumlah kolom

Langkah pertama dari pengolahan citra adalah akuisisi citra. Semua faktor dari proses akuisisi citra harus benar-benar dipahami untuk evaluasi atau analisis citra. Proses akuisisi objek menjadi suatu citra digital dibagi menjadi tiga langkah sebagai berikut[5]:

- a. Visualisation : Proses attenuasi sinar-X terhadap suatu objek
- b. Imaging : Proyeksi spasial (tiga dimensi) objek ke sebuah citra dua dimensi
- c. Digitalization : Proses pemindaian sebuah citra menjadi sebuah matriks dua dimensi yang berisi elemen citra piksel yang telah dihasilkan dalam prosedur digitalisasi dan memiliki pengaruh yang menentukan terhadap kualitas citra digital atau resolusi citra. Gambar 4 menunjukkan pengaruh jumlah piksel terhadap kualitas citra atau resolusi citra.



a. Nilai pemindaian
32 x 32 (piksel)

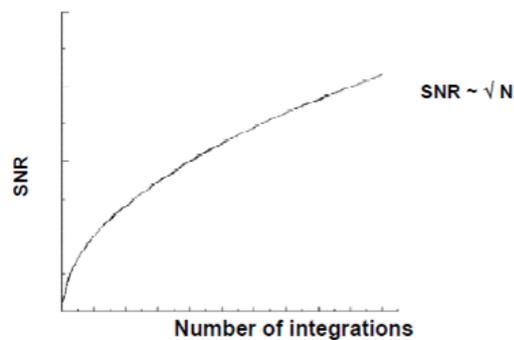
b. Nilai pemindaian
256 x 256 (piksel)

c. Nilai pemindaian
1024 x 1024 (piksel)

Gambar 4. Pengaruh jumlah piksel terhadap kualitas citra digital[4].

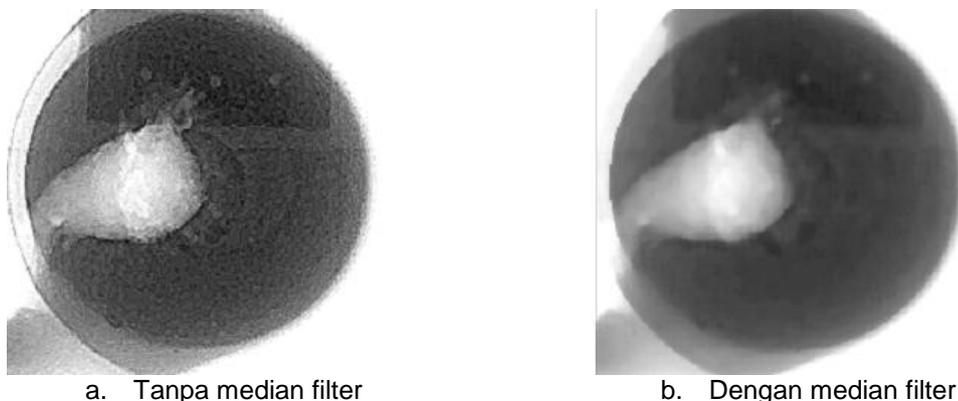
Pengolahan citra adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan input berupa citra dan ditransformasikan menjadi citra lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. Pengolahan citra dilakukan untuk memperbaiki kesalahan data sinyal citra yang terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal, serta untuk meningkatkan kualitas penampakan citra agar lebih mudah diinterpretasi oleh sistem penglihatan manusia baik dengan manipulasi dan juga penganalisan terhadap citra[6].

Berdasarkan sifat kuantum radiasi sinar-X, umumnya citra radiografi yang dihasilkan terlihat *noise*. Hal ini dimungkinkan karena pengaruh intensitas radiasi dan waktu pembacaan detektor. Oleh karena itu, untuk meningkatkan *signal to noise ratio* (SNR) atau mengurangi *noise* dalam proses citra perlu dilakukan pra pengolahan citra. Salah satu teknik untuk meningkatkan *signal to noise ratio* (SNR) dan mengurangi *noise*, dilakukan perata-rataan sejumlah citra (*digital frame integration*). Gambar 5 menunjukkan peningkatan SNR yang sebanding dengan jumlah frame citra yang dirata-ratakan[5].



Gambar 5. Pengaruh jumlah integrasi frame terhadap SNR

Teknik lain dalam pengolahan citra yaitu median filter. Filter ini berguna untuk memperhalus kontur citra di salah satu sisi dan mempertahankan sisi lain pada saat bersamaan. Median filter sangat sesuai untuk penekanan piksel rusak tunggal seperti yang mungkin terjadi pada detektor digital array. Prinsip median filter dalam mengurangi *noise* suatu citra yaitu dengan mengganti setiap piksel dengan median nilai piksel sekitarnya. Gambar 6 menunjukkan pengaruh citra sebelum dan setelah dilakukan median filter[5].

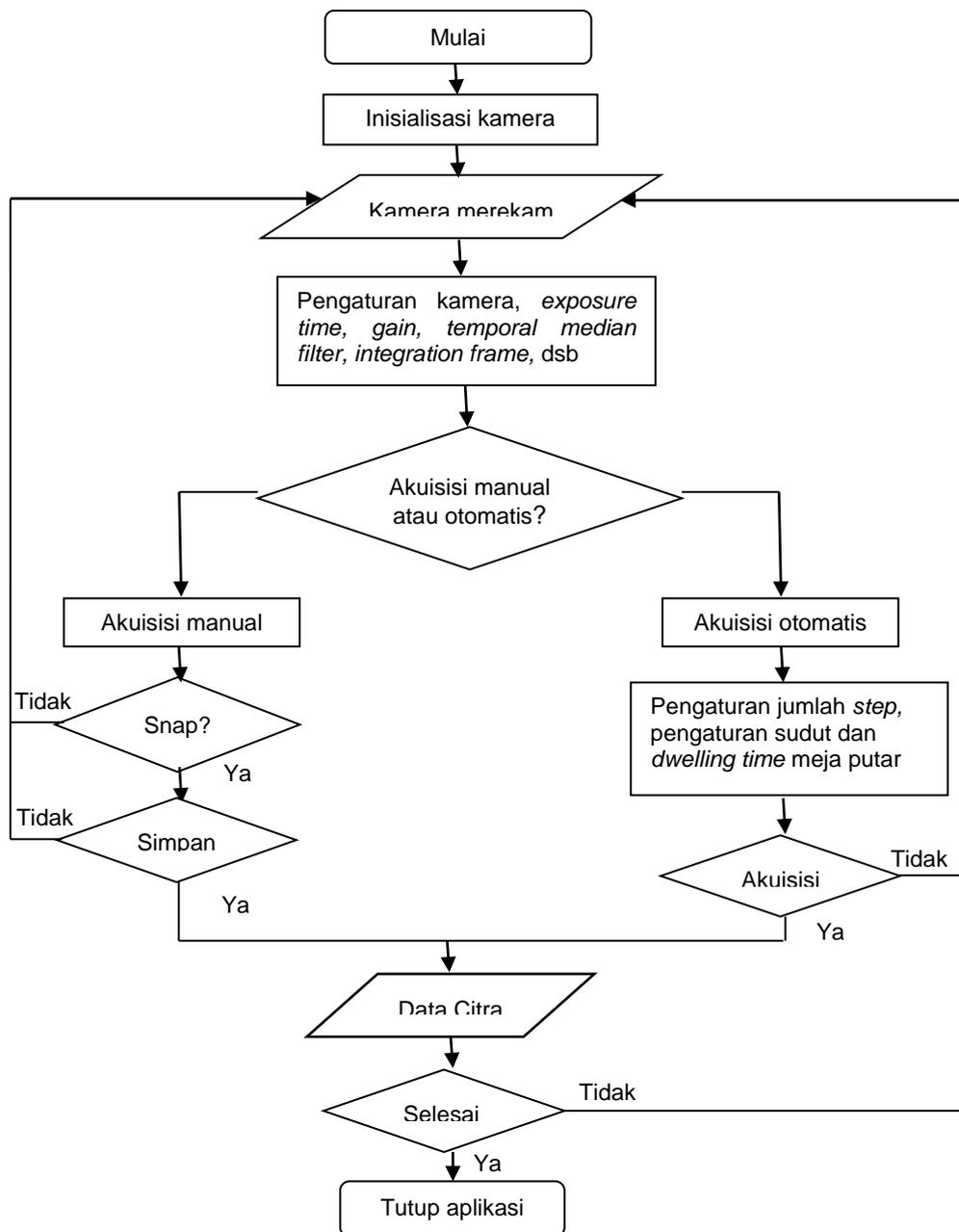


Gambar 6. Pengaruh citra sebelum dan tanpa median filter[5]

3. TATA KERJA

Tahap pelaksanaan kegiatan dimulai dengan mempelajari deskripsi proses akuisisi citra, mempelajari proses pengolahan citra, mencari data pendukung seperti spesifikasi kamera, kontroler meja putar yang digunakan. Tahap selanjutnya adalah pembuatan desain awal dan desain rinci perangkat lunak, serta dilanjutkan dengan pembuatan program akuisisi citra dan kendali meja putar. Tahap akhir dari kegiatan ini adalah pengujian perangkat lunak.

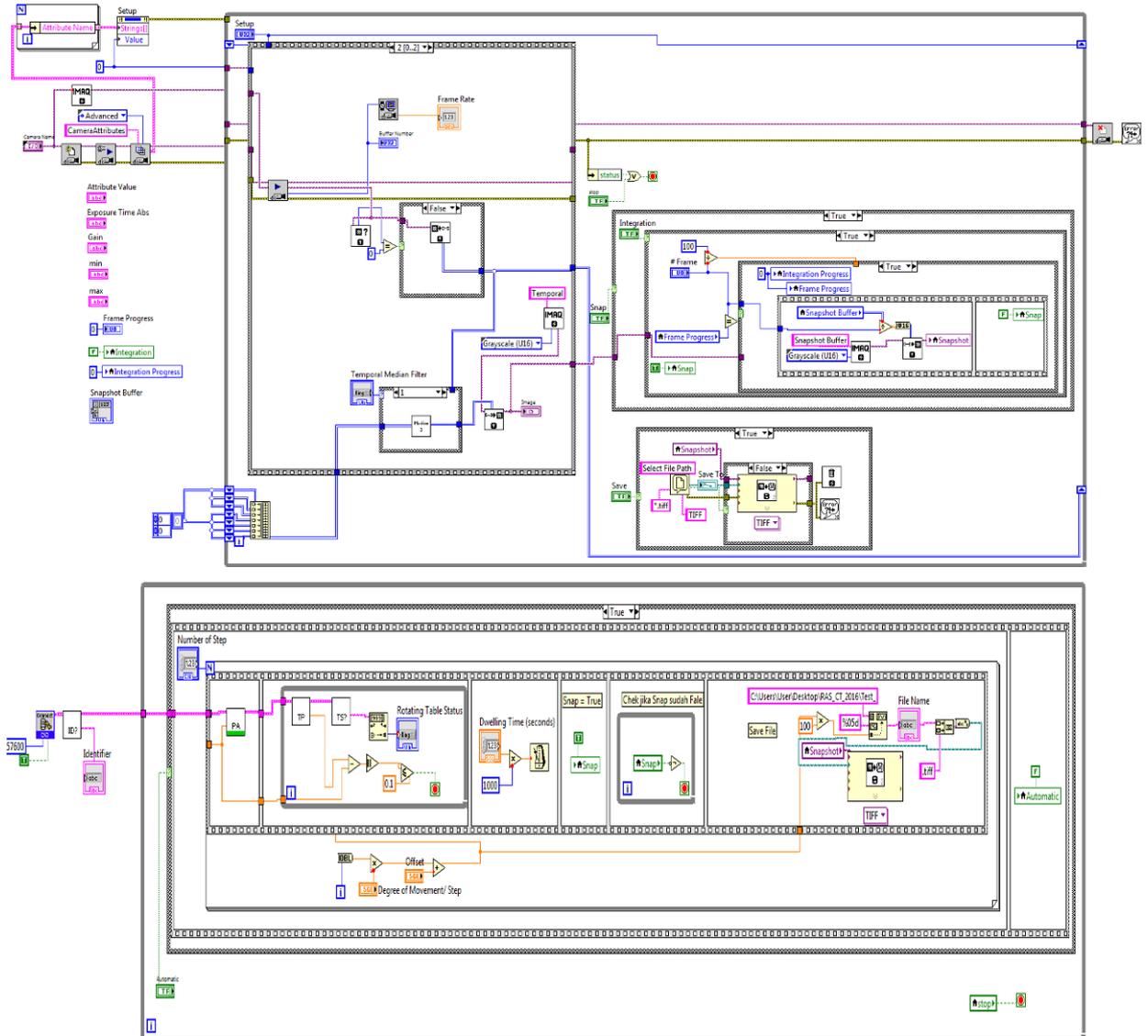
Modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman LabVIEW profesional *Development System 2011* yang dilengkapi dengan opsi *image acquisition* dan *vision*. LabVIEW 2011 ini sangat fleksibel dan memiliki fungsi yang cukup memadai dalam akuisisi data, komunikasi dengan perangkat video *grabbing*, kendali dan pengolahan citra. Gambar 7 menunjukkan *flow chart* perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar prototipe perangkat radiokopi untuk industri manufaktur.



Gambar 7. Flow chart perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman LabVIEW 2011. Pelaksanaan kegiatan pembuatan modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar menghasilkan diagram blok, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



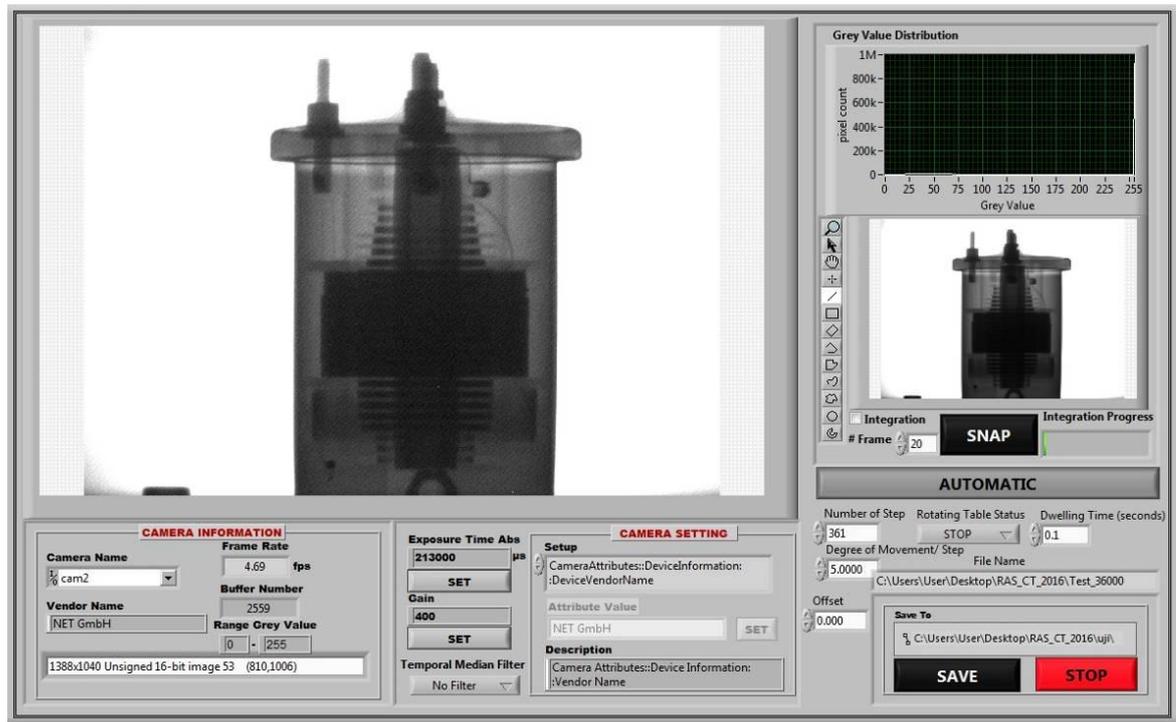
Gambar 8. Diagram blok perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar.

Perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar mempunyai beberapa keunggulan yaitu :

- Menampilkan citra secara langsung di jendela utama beserta distribusi nilai keabuan citra.
- Proses akuisisi citra dapat dilakukan secara manual atau otomatis.
- Tersedia fitur kendali meja putar yang mampu melakukan akuisisi citra dengan proyeksi berbagai sudut. Hasil proyeksi citra dari berbagai sudut selanjutnya siap untuk rekonstruksi tomografi.
- Tersedia fitur untuk pengaturan kamera.

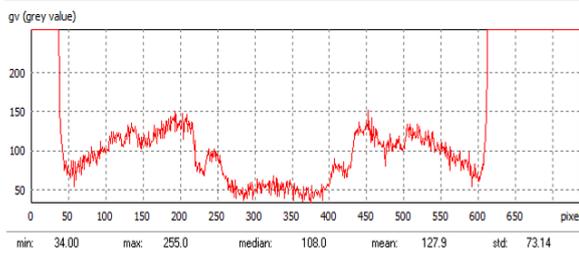
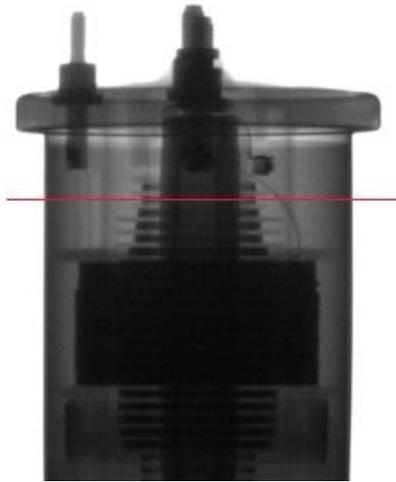
- e) Tersedia fitur *integration frame*, yang berfungsi untuk mengurangi *noise* citra.
- f) Tersedia fitur median filter yang digunakan untuk memperhalus kontur citra dan penekanan piksel rusak.
- g) Tersedia fitur *eksposure time* dan *gain* yang digunakan untuk mencerahkan sebuah citra sehingga dapat menghasilkan citra dengan kontras yang baik.
- h) Proses penyimpanan citra hasil akuisisi citra dapat disimpan secara manual atau otomatis dengan format TIFF 8 bit, 12 bit dan 16 bit.

Gambar 9 merupakan tampilan utama perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar. Pada tahap inisialisasi kamera, perangkat lunak membaca *port* kamera yang terhubung. Setelah itu dipilih *port* kamera, dan kamera mulai merekam. Selanjutnya diletakkan objek uji pada meja putar dan dilakukan penyinaran dengan kV dan mA pesawat sinar-X yang disesuaikan dengan material dan ketebalan benda uji.

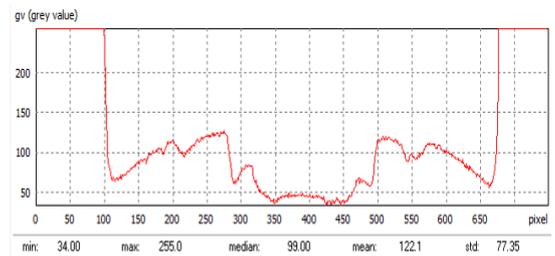


Gambar 9. Tampilan utama perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar

Pada proses akuisisi citra, umumnya terdapat *noise*. Salah satu cara untuk mengurangi *noise* adalah dengan merata-rata sejumlah citra. Perangkat lunak ini memiliki fitur *integration frame* untuk melakukan proses pengurangan *noise* citra. Selain itu disediakan fitur *temporal median filter* yang berfungsi untuk memperhalus kontur citra. Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian citra radiografi objek koil kijang, dengan penyinaran menggunakan Rigaku RF300EGM2 dengan 230 kV, 5mA selama 2 menit. Selanjutnya digunakan perangkat lunak ISee 1.1 untuk mengetahui apakah profil *grey value* citra koil kijang. Dengan menggunakan fitur *integration frame* dan *temporal median filter*, *noise* berkurang dan kontur citra menjadi lebih halus dibandingkan tanpa menggunakan kedua fitur tersebut.



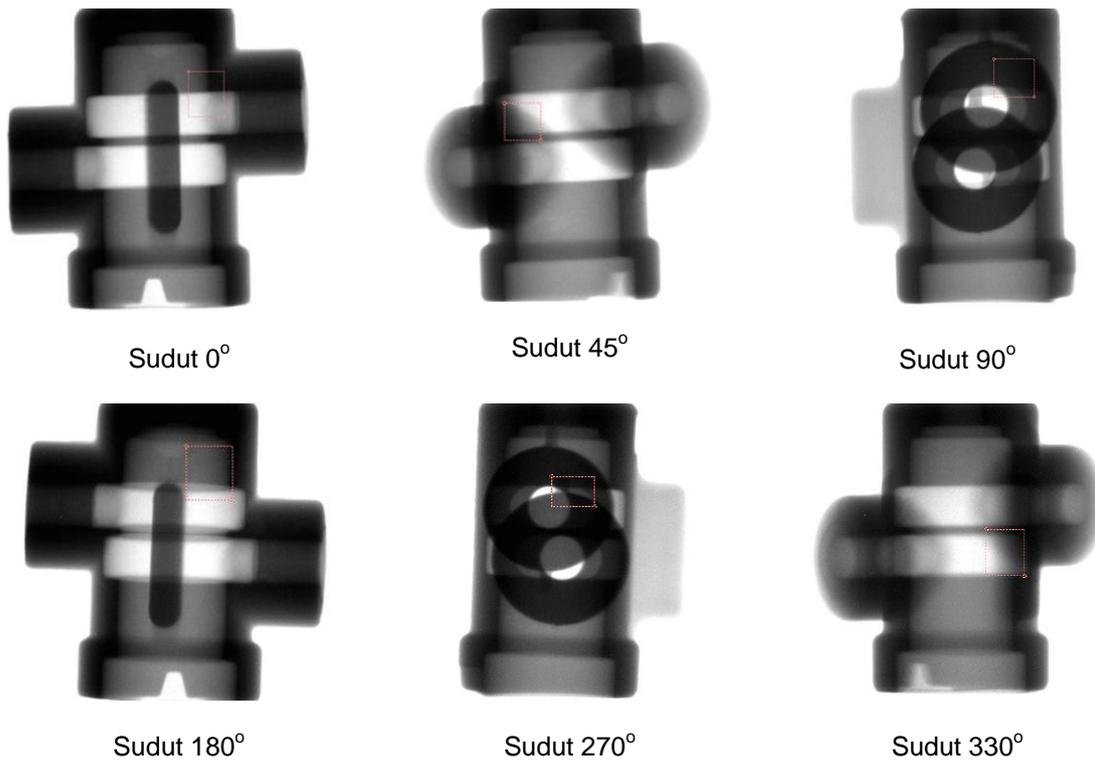
a. Citra radiografi objek koil kijing tanpa integrasi frame dan temporal median filter serta profil *grey value*



b. Citra radiografi objek koil kijing dengan 20 integrasi frame dan temporal median filter 3 serta profil *grey value*

Gambar 10. Hasil pengujian citra radiografi objek koil kijing

Perangkat lunak ini dilengkapi dengan kemampuan untuk mengendalikan meja putar. Sehingga perangkat lunak ini mampu melakukan akuisisi citra secara otomatis. Pengguna hanya perlu memasukkan jumlah *step*, derajat perpindahan *step* (sudut), dan waktu tunggu setiap proses akuisisi citra. Selanjutnya perangkat lunak ini melakukan akuisisi dan penyimpanan citra secara otomatis dari sudut 0 sampai dengan 360° atau sesuai kebutuhan. Hasil citra 2D tersebut selanjutnya siap untuk rekonstruksi tomografi. Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian citra radiografi dengan melakukan penyinaran menggunakan pesawat sinar-X Rigaku RF300EGM2 dengan 230 kV, 5mA selama 10 menit dengan proyeksi berbagai sudut.



Gambar 11. Citra radiografi dengan proyeksi berbagai sudut

5. KESIMPULAN

Telah dilakukan pembuatan modul perangkat lunak akuisisi citra dan kendali meja putar yang digunakan untuk mengoperasikan perangkat penangkap citra radioskopi untuk industri manufaktur. Perangkat lunak ini mempunyai beberapa keunggulan antara lain yaitu tersedianya fitur *integration frame* yang digunakan untuk mengurangi *noise* dalam proses akuisisi citra. Selain itu, tersedia fitur *temporal median filter* yang berguna untuk memperhalus kontur citra pada salah satu sisi citra. Perangkat lunak ini memiliki fitur kendali meja putar yang mampu melakukan akuisisi citra secara otomatis dengan proyeksi dari berbagai sudut. Hasil akuisisi citra tersebut disimpan secara otomatis dan kemudian digunakan untuk rekonstruksi tomografi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susila, I.P, 2013, Perencanaan Pesawat Sinar-X Digital : Karakterisasi Flat Panel Detector, Prosiding Pertemuan Ilmiah Perencanaan Perangkat Nuklir, PRPN, 275 - 290
- [2] Wiranto Budi Santoso, 2011, Perangkat Penangkap Citra Berbasis Layar Pendar, Jurnal Perangkat Nuklir Volume 5 No 2, PRPN, 84 - 91
- [3] Warsito, 2005, Komputasi Tomografi dan Aplikasinya dalam Proses Industri, Ohio State University, Columbus
- [4] B.venkatraman, Uwe Ewert, M. Menaka and Uwe Zscherpel, 2012, *Basic of Radiography Testing and Processing, Preconference Workshop 18 WCNDT*, IAEA, Durban.
- [5] IAEA, Nopember 2009, *Lecture script for the IAEA/RCA Regional Training Course on Digital Industrial Radiology and Computed Tomography Applications in Industry*, IAEA, Kajang
- [6] Ade Dwi Harisna, *Image Processing*, diakses 7-09-2016, available : <http://ndoware.com/imageprocessing.html>