



LAPORAN AKHIR
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA
PEMBUATAN KAMERA CANGGIH DAN MURAH BERBASIS SENSOR
CAHAYA DARI FILM TIPIS $\text{Ba}_{0,55}\text{Sr}_{0,45}\text{TiO}_3$ (BST)

BIDANG KEGIATAN:
PKM KARSA-CIPTA

Diusulkan Oleh:

Reza Fahmi Hidayat	(G74120014) 2012
Iwan Kurnia	(G64120048) 2012
Indra Purnomo	(F24130001) 2013
Zaidah Rifah Uswatun	(G14130059) 2013

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2014

PENGESAHAN PKM-KARSA CIPTA

1. Judul Kegiatan : Pembuatan Kamera Canggih dan Murah Berbasis Sensor Cahaya dari Film Tipis Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ (BST)
2. Bidang Kegiatan : PKM-KC
3. Ketua Pelaksana Kegiatan :
 - a. Nama Lengkap : Reza Fahmi Hidayat
 - b. NIM : G74120014
 - c. Jurusan : Fisika
 - d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumah dan No Telp./HP : Manonjaya, Tasikmalaya/089672715013
 - f. Alamat Email : fahmir90@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan/penulis: 3 orang
5. Dosen Pendamping :
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Ardian Arif Setiawan, S.Si M.Si
 - b. NIDN : 0003117204
 - c. Alamat Rumah dan No Telp. : Perumahan Dermaga Pratama Blok J No. 25, Cibadak Ciampea-Bogor /08128276641
6. Biaya Kegiatan Total :
 - a. Dikti : Rp 11.300.000,-
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 5 bulan

Bogor, 21 Juli 2014

Menyetujui

Ketua Departemen Fisika



(Dr. Akhirdin Maddu, M.Si.)

NIP.196609071 948021 006

Ketua Pelaksaan Kegiatan



(Reza Fahmi Hidayat)

NIM. G74120014

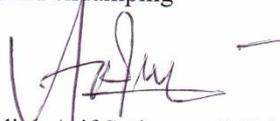
Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan IPB



(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS.)

NIP. 19581228 198503 1 003

Dosen Pendamping



(Ardian Arif Setiawan, S.Si M.Si.)

NIP. 19630708 199512 1001

ABSTRAK

Barium Stronsium Titanat (BST) telah lama dipelajari sebagai salah satu material yang dapat diaplikasikan untuk Non Volatile Memory Device, Dynamic Random Access Memory (DRAM), voltage tunable device, Infra Red (IR), fotodioda, dan sensor kelembaban. Film tipis BST memiliki kepekaan terhadap cahaya tampak dan dapat merubah foton/cahaya menjadi aliran elektron/sinyal listrik. Saat ini kamera digital yang beredar di pasaran masih menggunakan lensa CCD atau CMOS yang harganya relatif mahal. Dengan menggunakan BST sebagai sensor citra pada kamera diharapkan dapat menekan biaya produksi dari kamera itu sendiri sehingga terciptalah sebuah kamera digital yang canggih dan murah dengan menggunakan sensor cahaya berbahan BST. Film tipis BST memiliki kepekaan terhadap cahaya dengan panjang gelombang 339nm sampai dengan 1022nm yang merupakan rentang panjang gelombang cahaya tampak sehingga sangat memungkinkan sekali untuk BST diterapkan sebagai sebuah sensor citra pada lensa kamera digital.

Keywords- BST, Sensor, CMOS CCD, Kamera

DAFTAR ISI

PENGESAHAN PKM	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	1
1.4 Luaran yang Diharapkan.....	1
1.5 Kegunaan	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	1
BAB 3 METODE PENELITIAN	2
BAB 4 PELAKSANAAN PROGRAM	4
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	4
BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN.....	8

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunya laporan ini dengan baik. Laporan ini ditulis untuk memberikan pemaparan tentang program yang dilaksanakan oleh tim, beserta latar belakang, tujuan, hasil yang diharapkan, deskripsi kegiatan, serta rencana pembiayaan secara sistematis. Hadirnya laporan ini diharapkan dapat memberikan gambaran kepada pihak-pihak yang terkait mengenai program keratifitas mahasiswa dengan judul “Pembuatan Kamera Canggih dan Murah Berbasis Sensor Cahaya dari Film Tipis $Ba_{0,55}Sr_{0,45}TiO_3$ (BST)” yang telah kami laksanakan.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal ini. Khususnya kepada dosen pembimbing Ardian Arif Setiawan, S.Si M.Si. dan Bapak Dr. Irzaman yang telah memberikan banyak masukan dan bimbingan. Tidak lupa penulis juga menyadari dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penulis terima untuk perbaikan selanjutnya.

Bogor, 21 Juli 2014

Ketua

Reza Fahmi Hidayat

G74120014

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi dewasa ini semakin pesat, salah satunya adalah di bidang fotografi. Pada saat ini sensor cahaya yang populer digunakan pada kamera adalah sensor yang berjenis CCD atau CMOS dengan harga yang relatif mahal sehingga banyak dilakukan penelitian tentang sensor warna dengan harapan dihasilkan sensor yang lebih efektif baik dari segi kualitas maupun ekonomi.

Salah satu bentuk penelitian yang akhir-akhir ini cukup menarik perhatian ialah penelitian tentang material Barium Stronsium Titanat (BST). Barium Stronsium Titanat merupakan material ferroelektrik yang dapat diaplikasikan sebagai sensor cahaya (Irzaman, 2009). Daerah serapan film tipis BST berada pada rentang cahaya tampak (Heriyanto, 2010). Dari dasar inilah diharapkan film tipis BST dapat dimanfaatkan sebagai sensor warna dan diaplikasikan pada kamera.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah film tipis $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ (BST) dapat dimanfaatkan sebagai dasar sensor kamera?

1.3 Tujuan

1. Membuat film tipis $Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO_3$ (BST) sebagai sensor cahaya (fotodioda)
2. Merancang sebuah sensor warna berbasis film tipis BST.
3. Membuat kamera canggih dan murah dengan lensa berbasis BST

1.4 Luaran Yang Diharapkan

Dihasilkan kamera canggih dan murah dengan sensor citra berbasis film tipis BST.

1.5 Kegunaan

Pembuatan kamera berbasis BST memberikan keuntungan ekonomis dalam perkembangan teknologi lensa kamera karena biaya operasional yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan diharapkan dapat menggantikan lensa CCD atau CMOS.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Barium Stronsium Titanat (BST)

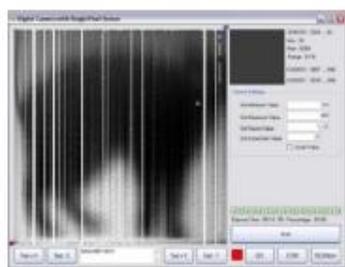
Barium Stronsium Titanat (BST) merupakan material ferroelektrik yang berpotensi untuk dijadikan sensor cahaya. Pembuatan film BST dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah pulsed laser deposition (PLD), sol gel process, dan metode chemical solution deposition (CSD) (Darmasetiawan, 2005). Persamaan reaksi untuk BST ialah :



Pengujian arus tegangan pada film BST menunjukkan bahwa film BST merupakan fotodioda. Fotodioda merupakan piranti semikonduktor untuk mendeteksi cahaya. Fotodioda adalah piranti semikonduktor yang mengandung

sambungan p-n dan biasanya mengandung lapisan intrinsik antara lapisan n dan p. Cahaya diserap di daerah persambungan atau daerah intrinsik menimbulkan pasangan electron-hole (Farida, 2009). Panjang gelombang film BST dari hasil pengujian absorbansi berkisar antara 450-500 nm (Johan, 2011). BST juga dapat diaplikasikan sebagai sensor cahaya dan detektor garis (Ade, 2011).

Panjang gelombang yang digunakan dalam pengukuran ini adalah rentang panjang gelombang 339 nm sampai 1022 nm. Rentang panjang gelombang ini termasuk ke dalam rentang panjang gelombang visible-near infrared (VIS-NIR). Berdasarkan data karakterisasi berbagai sampel film tipis BST terhadap variasi pendadah Fe₂O₃ dapat dilihat bahwa film tipis BST dengan pendadah 10% memiliki sifat peka terhadap cahaya paling baik di mana ditemukan efek fotodiode pada film tipis ini. Film tipis ini juga merespon baik pada panjang gelombang cahaya tampak (Ihsan, 2012). Dapat mengalirkan arus paling besar jika diberi intensitas cahaya. Setelah pengujian diperoleh hasil capture gambar dari beberapa objek sebagai berikut:



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil capture citra siluet kucing (a) dan sumber gambar (b)

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Produksi

Pembuatan kamera berbasis BST ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Laboratorium Spektroskopi, Laboratorium Elektronika, dan Laboratorium Mikrokontroler yang bertempat di Departemen Fisika FMIPA IPB serta Workshop Elektronik terhitung lima bulan kerja.

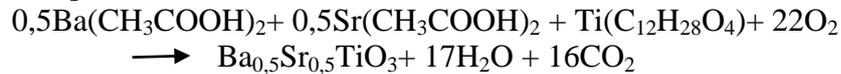
3.2 Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan kamera berbasis BST ini meliputi bahan pembuatan film tipis BST yaitu bubuk Barium Asetat [Ba(CH₃COO)₂, 99%], Stronsium Asetat [Sr(CH₃COO)₂, 99%], Titanium Isopropoksida [Ti(C₁₂O₄H₂₈), 99.999%], Tantalum Pentaoksida [(Ta₂O₅)], pelarut 2-metoksietanol [H₃COCH₂CH₂OH, 99%], substrat Si (100) tipe-p, dan kaca preparat. Bahan pembuatan kamera digital meliputi CD-drive bekas, fleksi, mur, baut, komponen elektronik, dan lensa cembung kembar (biconvex). Alat yang digunakan antara lain neraca analitik, reaktor spin coating, mortal, pipet, gelas ukur iwaki 10ml, pinset, gunting, spatula, stop watch, tabung reaksi, sarung tangan karet, cawan petritis, tissue, isolasi, dan blower PT310AC, multimeter, osiloskop, LCR meter, I-V meter, bor listrik, gergaji, kikir, obeng, dan laptop/komputer.

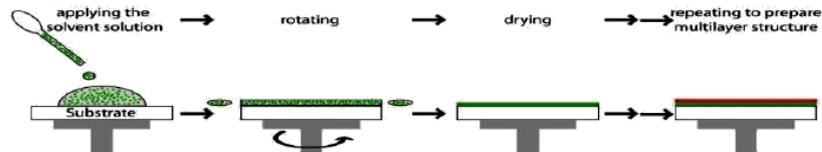
3.3 Tahapan Produksi

1. Pembuatan film tipis BST

Meliputi proses persiapan substrat silikon (Si 100) tipe-p yang dipotong berukuran 1cm^2 . Proses pembuatan larutan film tipis BST dimulai dengan mencampurkan semua bahan baku dengan perhitungan komposisi massa bahan mengikuti persamaan stoikiometri berikut:



Proses penumbuhan film tipis dengan dideposisi dengan teknik CSD (Azizahwati, 2002). Film tipis dipanaskan selama 15 menit di atas hotplate untuk menghilangkan kadar air.



Gambar 2. Proses CSD (Chemical Solution Deposition) menggunakan spincoating

2. Karakterisasi film tipis BST

Karakterisasi sifat optik meliputi karakterisasi spektrum reflektansi (pemantulan) dan spektrum absorbansi (penyerapan), karakterisasi sifat dielektrik, karakterisasi konduktivitas, dan karakterisasi hubungan arus tegangan (Kurva I-V)

3. Pembuatan kamera digital

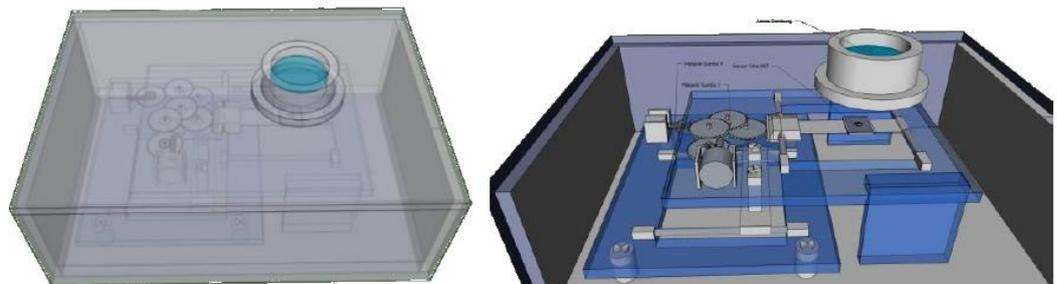
Meliputi pembuatan sistem mekanis untuk pemindaian/scanning sumbu x dan y secara dua dimensi, pembuatan rangkaian elektronik, pembuatan perangkat lunak/software yang berfungsi sebagai pengatur gerak sistem mekanis, mengatur dan membaca posisi sensor, mengatur pengambilan serta pengiriman data dari alat ke komputer dan menampilkannya.

4. Kalibrasi

Meliputi pengaturan/setting sensor, sistem elektronik, dan sistem mekanis lalu pengujian paduan sistem.

5. Pengambilan data gambar

Pengambilan/capture beberapa obyek gambar untuk mendapatkan data hasil gambar alat kamera digital yang dibuat



Gambar 3. Desain alat kamera digital serta bagian-bagiannya

BAB 4 PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan ini dilaksanakan sejak Februari hingga Juli 2014. Program dilakukan di lingkungan Kampus Institut Pertanian Bogor dan laboratorium fisika.

4.2 Tahapan Pelaksanaan

1. Waktu dan Tempat Produksi
2. Bahan dan Alat
3. Tahapan Produksi
4. Pembuatan film tipis BST
5. Karakterisasi film tipis BST
6. Pembuatan kamera digital
7. Kalibrasi
8. Pengambilan data gambar

4.3 Realisasi Dana

No	Jenis Pengeluaran	Rrealisasi (Rp)
1	Peralatan Penunjang	Rp 2.737.000
2	Biaya Habis Pakai	Rp 4.277.500
3	Perjalanan	Rp 2.020.000
4	Lain-lain	Rp 1.480.100
5	Tak Terduga	Rp 785.400
Total		Rp 11.300.000

BAB 5 HASIL YANG DICAPAI

5.1 Pembuatan *film* tipis BST

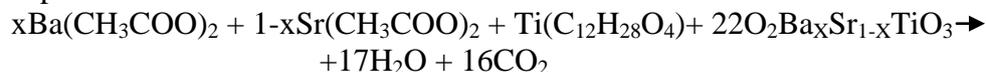
Pembuatan film tipis meliputi proses persiapan substrat silikon (Si 100) tipe-*p* yang dipotong menggunakan pemotong cermin berukuran 0,8x0,8 cm sebanyak 16 potong. Lempengan silikon dipotong di bagian belakang warna mengkilap.

Setelah silikon dipotong, silikon dibersihkan dengan cara dicuci ke dalam larutan HF di ruang asam dengan perbandingan 1/200 yaitu 1 HF dan 200 ml aquades. Pembersihan memakai larutan HF agar lebih lembut silikonnya. Pencucian tersebut dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Sebanyak 100 ml aquades dimasukkan ke gelas ukur
2. Masukkan 0,5 ml larutan HF
3. Silikon dimasukkan menggunakan pinset ke larutan selama 10 detik sambil digoyang-goyangkan, lalu diangkat dan diletakkan di atas tisu kering, Lempengan itu dibolak-balik sampai kering dan apabila sudah kering, lempengn itu diletakkan di atas tisu tadi dengan bagian lempeng yang mengkilat di atas, dimasukkan ke wadah lain, yang bagian silikon mengkilap di atas (16 silikon mendapat perlakuan yang sama).

5.2 Pembuatan Larutan *film* tipis BST

Barium Stronsium Titanat (BST) merupakan material ferroelektrik yang berpotensi untuk dijadikan sensor cahaya. Pembuatan larutan BST dimulai dengan mencampurkan semua bahan baku dengan perhitungan komposisi massa bahan mengikuti persamaan stoikiometri berikut



dalam 2,5 ml pelarut 2-metoksi etanol lalu diteteskan ke bagian permukaan silikon/substrat

dengan perhitungan massa, diperoleh:

massa $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 0,3511$ gram

massa $\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 0,2314$ gram

massa $\text{Ti}(\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4) = 0,710$ gram

setelah dihitung massa menggunakan rumus perhitungan, selanjutnya yaitu menimbang sesuai ukuran massa perhitungan.

Data hasil penimbangan sampel BST:

1. $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 0,35/\text{pack} \times 5$
2. $\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = 0,23/\text{pack} \times 5$
3. $\text{Ti}(\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_4) = 0,71/\text{pack} \times 5$

5.3 Perakitan Mekanik dan Pengintegrasian Sensor ke Dalam *Microcontroller*

Rangka untuk mesin mekanik kamera berbasis BST ini terdiri atas tiga lapisan, yaitu lapisan pertama merupakan tempat peletakkan *microcontroller* atmega, lapisan kedua tempat peletakkan motor servo dan gir untuk absis x, dan lapisan ketiga merupakan tempat peletakkan motor servo dan gir untuk ordinat y serta tempat peletakkan potongan pipa PVC 2,5' sebagai penopang lensa.

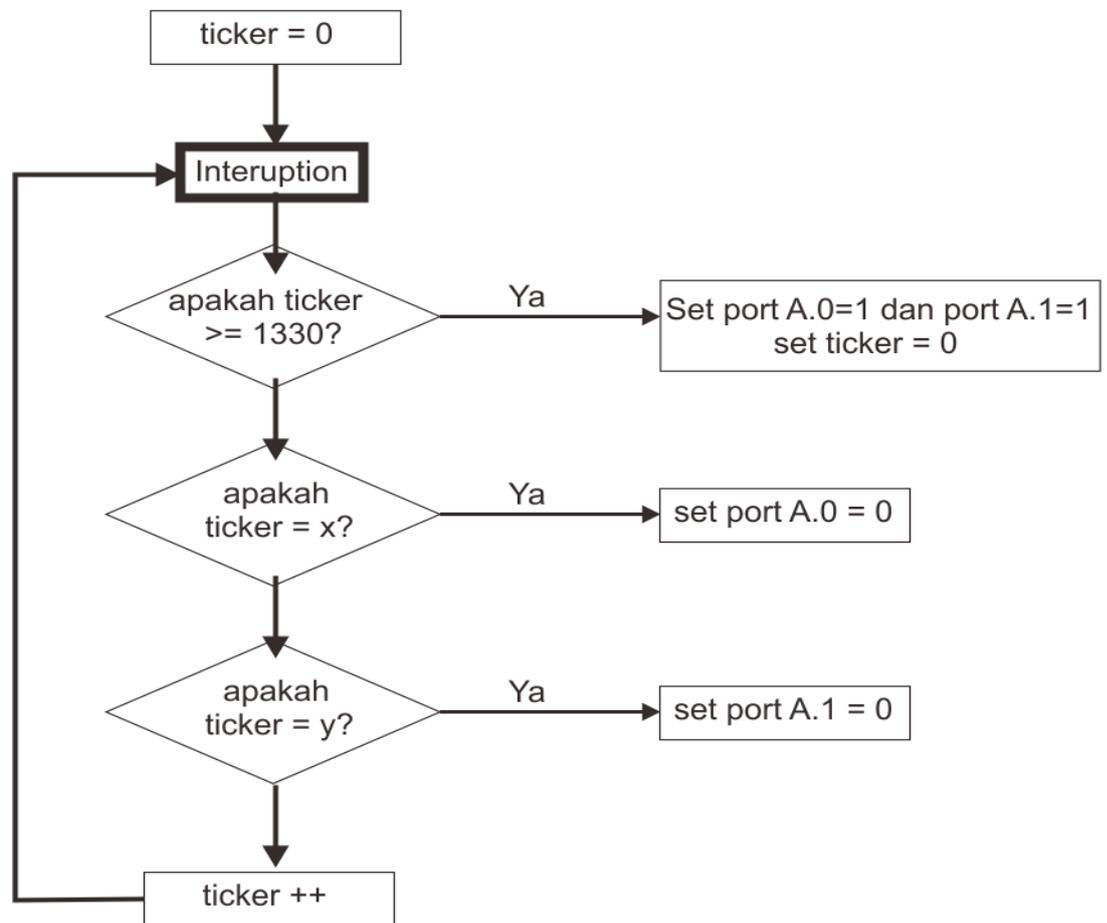
Karena motor servo merupakan motor yang akan berkerja berdasarkan sinyal yang diberikan, maka untuk absis x, port sinyal motor servo dihubungkan ke port A.0 pada *microcontroller* atmega, sedangkan untuk ordinat y, port sinyal pada motor servo dihubungkan dengan port A.1 pada *microcontroller* atmega. Sedangkan untuk catu daya kedua motor dihubungkan dengan VCC dan *Ground* pada port A di *microcontroller* atmega.

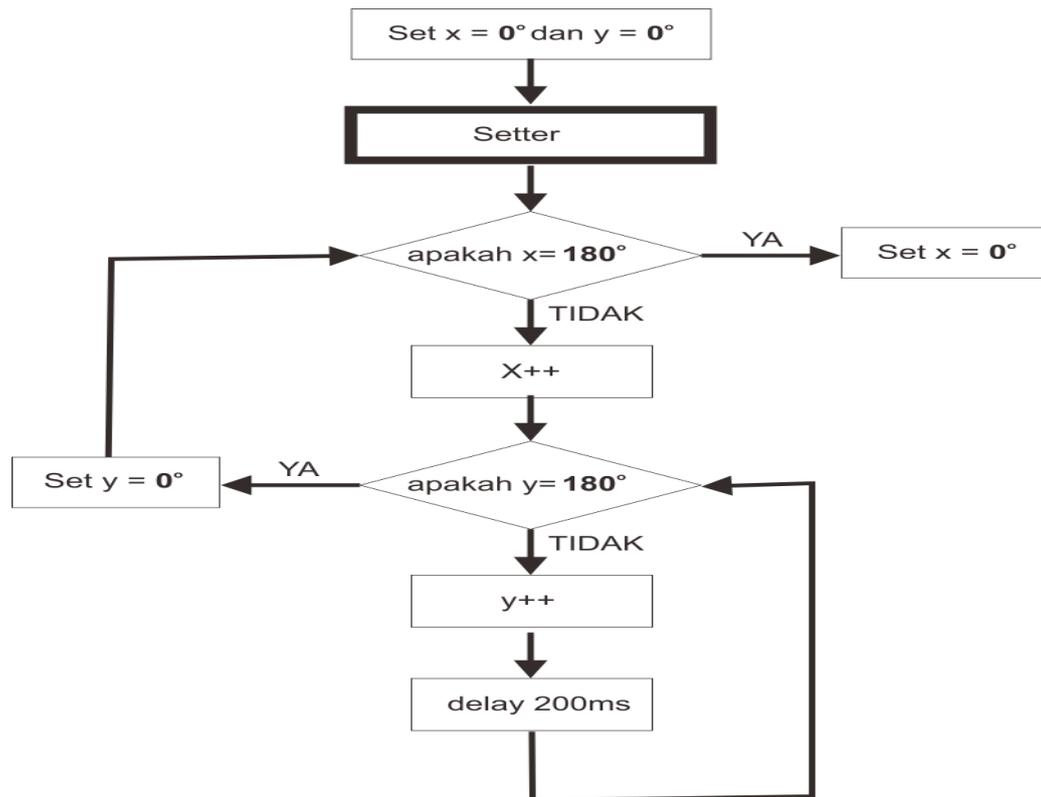
5.4 Rancangan Algoritma Pemrograman Mesin Mekanik Kamera BST

Untuk pemrograman *microcontroller* atmega ini menggunakan bahasa pemrograman c dengan bantuan software *codevision* AVR yang berjalan pada platform Windows. Dalam program yang akan di *flash*-kan ke *microcontroller* atmega, terdapat dua inti program yang akan berjalan bersamaan, yang pertama adalah program untuk membuat *signal high* dan *low* yang nantinya kita sebut dengan “*interruption*”, dan program untuk mengontrol durasi sinyal *high* yang akan diberikan ke kedua motor servo yang disebut dengan “*setter*”.

Posisi perputaran motor servo yang digunakan bergantung kepada durasi sinyal *high* yang diberikan, dengan amplitudo 200 ms. Setelah melakukan proses kalibrasi, didapatkan bahwa 200ms dapat dicapai dengan proses looping program selama 1330 kali.

Untuk algoritma program yang akan di*flash*-kan pada *microcontroller* akan mengikuti alur sebagai berikut:





Program interruption dan setter berjalan bersamaan, akibatnya ordinat y akan bertambah 1^0 setiap 200ms sampai dengan 180^0 akan kembali ke 0^0 , sedangkan absis x akan berubah 1^0 setiap ordinat y berubah sebanyak 180 kali, dan setelah mencapai 180^0 akan kembali lagi ke posisi 0^0 .

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Program Kreatifitas Mahasiswa pembuatan kamera ini bertujuan untuk membuat media sensor kamera lain yang lebih murah jika dikembangkan secara pabrikan dan memberikan kelebihan agar kamera dapat menerima inputan sinyal *near infrared*.

Keberlanjutan program sangat dibutuhkan agar program ini dapat bermanfaat, keberlanjutannya program ini akan diajukan hak paten dan mencari pabrikan yang mau bekerjasama.