**KLASIFIKASI PCO BERDASARKAN CITRA USG MENGGUNAKAN *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSYST* DAN *NAÏVE BAYES* UNTUK MEMBANTU MENDETEKSI KESUBURAN WANITA**

**Proposal Tugas Akhir**

**Kelas TA I**

**Nanda Budi Prayuga**

**1103134395**



**Program Studi Sarjana Informatika**

**Fakultas Informatika**

**Universitas Telkom**

**Bandung**

**2017**

# Lembar Persetujuan

**KLASIFIKASI PCO BERDASARKAN CITRA USG MENGGUNAKAN *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSYST* DAN *NAÏVE BAYES* UNTUK MEMBANTU MENDETEKSI KESUBURAN WANITA**

**PCO CLASSIFICATION BASED ON USG IMAGE USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSYST AND NAÏVE BAYES TO HELP WOMAN FERTILITY DETECTION**

**Nanda Budi Prayuga**

**NIM: 1103134395**

Proposal ini diajukan sebagai usulan pembuatan tugas akhir pada

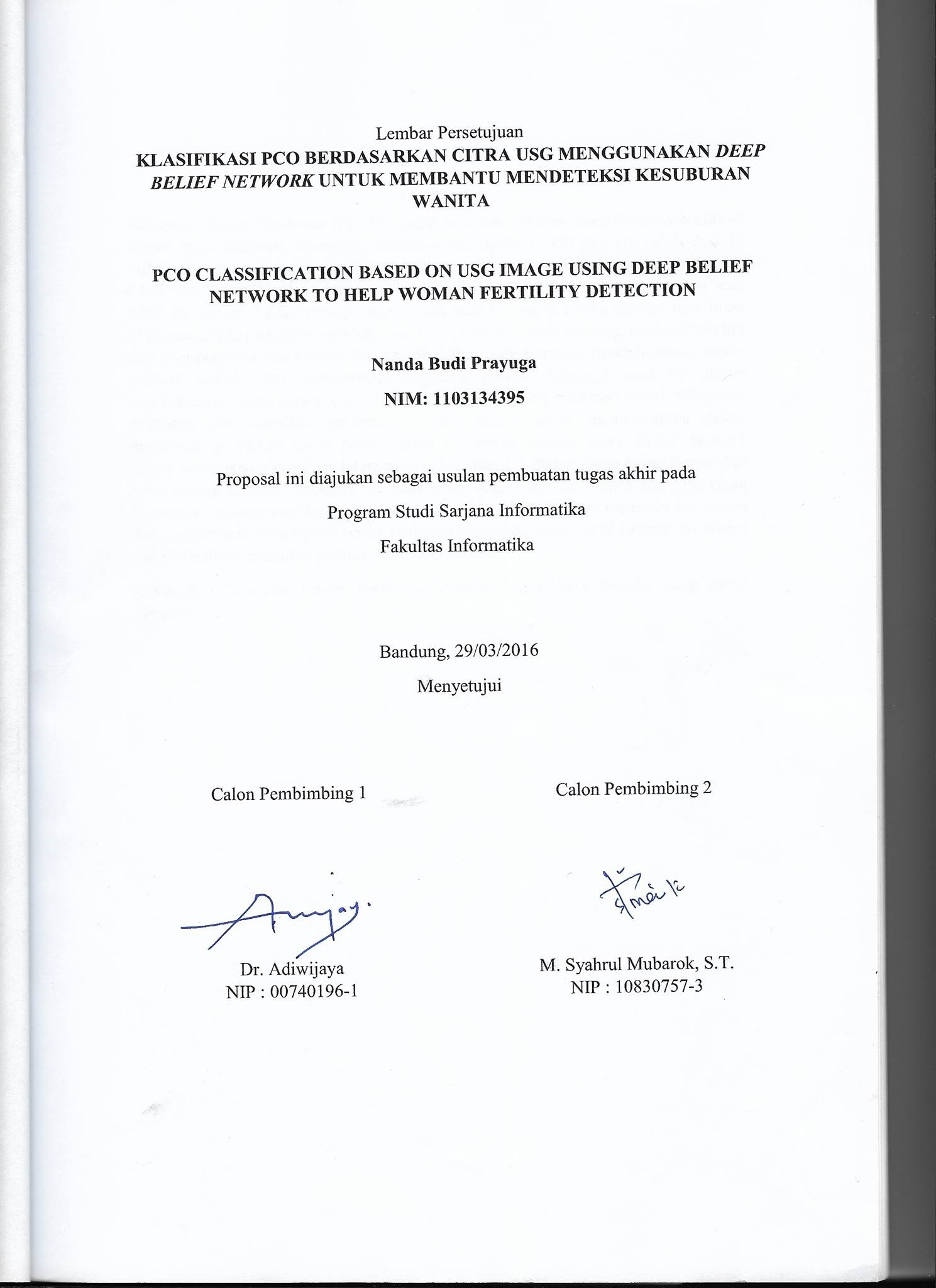
Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika

Bandung, 29/03/2016

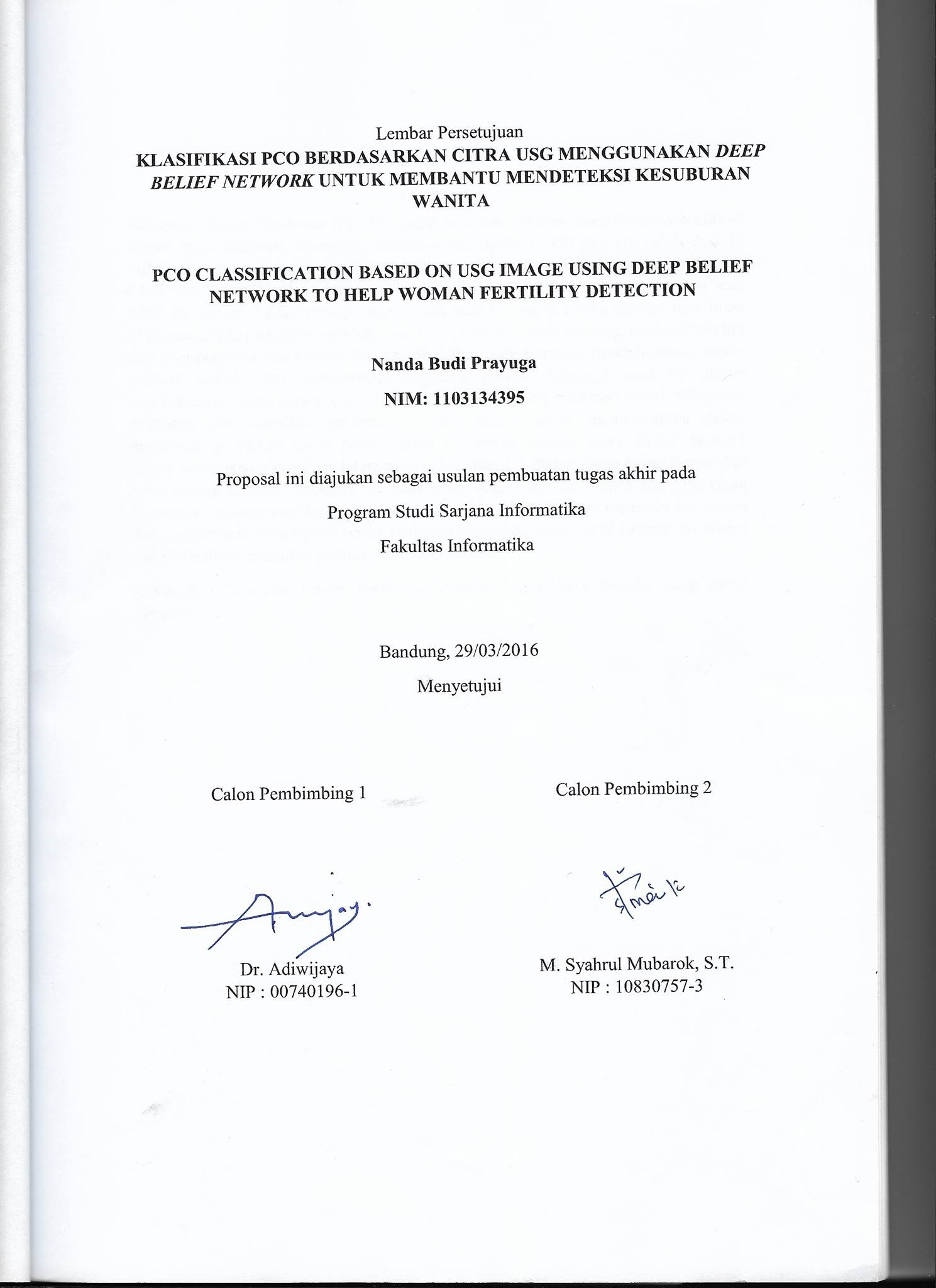
Menyetujui

Calon Pembimbing 1



Dr. Adiwijaya  
NIP : 00740196-1

Calon Pembimbing 2



M. Syahrul Mubarok, S.T.  
NIP : 10830757-3

# **Abstrak**

*Polycystic Ovary Syndrome (PCOS)* adalah kelainan sindrom yang di derita wanita di sistem reproduksinya, seseorang dikatakan menderita *PCOS* jika ada lebih dari 12 *follicle* berukuran 2-9 mm atau bertambah besarnya volume *follicle* di ovarium hingga lebih dari 10 cm3[3]. Saat ini untuk mendeteksi *PCOS* dokter harus melakukan scan USG dan secara manual menghitung jumlah *follicle* yang di tandai dengan area hitam di gambar. Pada penelitian sebelumnya [1,3,5] berfokus pada peningkatan kualitas citra dan juga pendeteksian ukuran dan jumlah *follicle* untuk mempermudah tenaga medis melihat *follicle* dan menentukan diagnosis pasien. Sehingga saat ini dokter membutuhkan suatu sistem yang dapat mengekstrak setiap fitur dari citra USG secara otomatis, dan memiliki performansi yang bagus untuk membantunya dalam mendiagnosis PCOS untuk pendeteksian kesuburan wanita. *Naïve Bayes* adalah salah satu turunan dari *Bayesian Network* yang sangat berpotensi digunakan dalam pemecahan masalah diatas. *Naïve Bayes* di pilih karena keefektifannya dalam melakukan klasifikasi, walaupun dalam teorinya di asumsikan tiap fitur independen (naïve), serta diharapkan sistem yang dihasilkan memiliki performansi yang bagus.

Keyword : *Polycystic Ovary Syndrome*, ovarium, citra USG, *follicle, Bayesian Network , Naïve Bayes.*

**Daftar Isi**

[Lembar Persetujuan 2](#_Toc446493977)

[**Abstrak** 3](#_Toc446493978)

[**BAB I PENDAHULUAN** 5](#_Toc446493979)

[**1.1** **Latar Belakang** 5](#_Toc446493980)

[**1.2** **Perumusan Masalah** 5](#_Toc446493981)

[**1.3** **Tujuan** 6](#_Toc446493982)

[**1.4** **Hipotesa** 6](#_Toc446493983)

[**1.5** **Rencana Kegiatan** 6](#_Toc446493984)

[**1.6** **Jadwal Kegiatan** 7](#_Toc446493985)

[**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** 8](#_Toc446493986)

[**2.1** **Ovarium** 8](#_Toc446493987)

[**2.2** **Deep Learning untuk Klasifikasi Gambar** 8](#_Toc446493988)

[**2.3** **Deep Belief Network** 9](#_Toc446493989)

[**2.4** **Literatur Terkait** 11](#_Toc446493990)

[**BAB III PEMBAHASAN** 13](#_Toc446493991)

[**2.1** **Gambaran Umum Sistem** 13](#_Toc446493992)

[**2.2** **Data Set** 15](#_Toc446493993)

[**2.3** **Spesifikasi Kebutuhan Sistem** 15](#_Toc446493994)

[**DAFTAR PUSTAKA** 17](#_Toc446493995)

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **Latar Belakang**

*Polycystic Ovary Syndrome (PCOS)* adalah kelainan sindrom yang di derita wanita di sistem reproduksinya, seseorang dikatakan menderita *PCOS* jika ada lebih dari 12 *follicle* berukuran 2-9 mm atau bertambah besarnya volume *follicle* di ovarium hingga lebih dari 10 cm3[3]. Menurut data dari National Institutes of Health (NIH) lebih dari 5 juta di USA menderita *PCOS*. Seseorang yang menderita *PCOS* akan mengalami masalah pada kesuburannya serta mempunyai hormon androgen dan insulin yang tinggi. Efeknya orang tersebut kan beresiko menderita diabetes tipe 2, kolestrol tinggi, dan tekanan darah tinggi. Sehingga dari data departemen kesehatan Amerika Serikat dibutuhkan lebih dari $4 juta dolar per tahun untuk menganangi permasalahan ini[3]. Karena prosedur penanganan *PCOS* belum di tentukan, maka penderita *PCOS* ditangani berdasarkan gejala penyakitnya, bukan menangani penyebab *PCOS* tersebut.

Saat ini untuk mendeteksi *PCOS* dokter harus melakukan scan USG dan secara manual menghitung jumlah *follicle* yang di tandai dengan area hitam di gambar. Tentu saja hal ini membutuhkan ketelitian dan pengamatan yang jeli selain ukuran *follicle* yang kecil, follicle biasanya tersamarkan dengan obyek lainnya seperti usus atau pembuluh darah. Pada penelitian sebelumnya [1,3,5] berfokus pada peningkatan kualitas citra dan juga pendeteksian ukuran dan jumlah *follicle* untuk mempermudah tenaga medis melihat *follicle* dan menentukan diagnosis pasien. Selain itu hasil output dari sistem bersifat eksplisit, sehingga sistem tidak bisa secara mandiri menentukan deteksi penderita PCOS berdasarkan gambar USGnya.

Oleh karena itu dibutuhkan sistem yang dapat mengklasifikasian PCOS melalui citra USG secara otomatis, sistem yang di buat di harapkan memiliki performansi yang bagus dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga membantu dokter dalam mendiagnosis PCOS untuk pendeteksian kesuburan wanita.

## **Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem yang dapat mengekstrak setiap fitur dari citra USG secara otomatis?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem yang dirancang sehingga dapat mengklasifikasikan *PCOS* berdasarkan citra USG secara otomatis untuk membantu dokter mendeteksi kesuburan wanita?
3. Bagaimana mengetahui performansi hasil klasifikasi dari sistem yang di buat?

## **Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini yaitu:

1. Merancang sistem yang dapat mengekstrak setiap fitur dari citra USG secara otomatis.
2. Mengimplementasikan sistem yang dirancang sehingga dapat mengklasifikasikan *PCOS* berdasarkan citra USG secara otomatis untuk membantu dokter mendeteksi kesuburan wanita.
3. Mengetahui performansi hasil klasifikasi dari sistem yang di buat.

## **Hipotesa**

Penelitian sebelumnya [1,3,5] berfokus pada peningkatan kualitas citra dan juga pendeteksian ukuran dan jumlah *follicle* untuk mempermudah tenaga medis melihat *follicle* dan menentukan diagnosis pasien. Selain itu hasil output dari sistem bersifat eksplisit, sehingga sistem tidak bisa secara mandiri menentukan deteksi penderita PCOS berdasarkan gambar USGnya.

*Naïve Bayes* sangat berpotensi digunakan dalam pemecahan masalah deteksi *PCOS*. *Naïve Bayes* di pilih karena keefektifannya dalam melakukan klasifikasi, walaupun dalam teorinya di asumsikan tiap fitur independen (naïve). Selain itu *Naïve Bayes* mudah di optimasi dan digabungkan dengan metode-metode lainnya. Hasil akhirnya diharapkan dengan menggunakan metode *Naïve Bayes* di dapatkan sistem yang powerful, efisien, dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk membantu dokter dalam mendiagnosis *PCOS* untuk pendeteksian kesuburan wanita.

## **Rencana Kegiatan**

Rencana kegiatan yang akan dilakukan pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. **Kajian Pustaka**

Pada tahap kajian pustaka dilakukan pencarian materi-materi berupa paper, jurnal, buku dan artikel yang berhubungan dengan permasalahan yang diangkat di tugas akhir ini untuk dijadikan referensi. Tujuan dari dilakukannya kajian pustaka adalah untuk memahami permasalahan dan menemukan metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemukan.

1. **Pengumpulan Data**

Pada tahap ini data set yang akan digunakan di kumpulkan. Data yang digunakan pada tugas akhir kali ini adalah foto USG rahim dari pasien normal dan pasien penderita PCOS. Data set yang digunakan berjumlah 100 buah, dimana nanti akan dibagi menjadi 3, yaitu : 50 buah untuk data training, 25 buah untuk data validasi, dan 25 buah untuk data testing.

1. **Analisis dan Perancangan Sistem**

Pada tahap ini dilakukan analisis dan perancangan sistem yang di buat dalam bentuk flowchart dan block diagram agar mudah untuk dipahami. Pada tahap ini pula di jelaskan gambaran tentang metode yang digunakan dalam menyelesaikan masalah yang di definiskan di atas.

1. **Pengujian**

Pada tahap pengujian, model sistem yang sudah dibangun di uji untuk mengetahui performansinya. Sedangkan model sistem yang dibangun pada tugas akhir ini menggunakan Python.

1. **Analisis Hasil Pengujian**

Setelah melalui tahap implementasi dan analisis, maka tahap selanjutnya dilakukan analisis hasil dari metode yang digunakan. Berdasarkan hasil pengujian model sistem dapat dilihat tingkat keberhasilan dari model sistem, sehingga hasil akhirnya dapat di tarik kesimpulan.

1. **Pembuatan Laporan Tugas Akhir**

Tahap terakhir yatiu pembuatan laporan tugas akhir, dimana hasil implementasi dan analisi di dokumentasikan menjadi sebuah dokumen Laporan Tugas Akhir. Tujuan dari adanya dokumentasi agar karya yang dihasilkan dapat tersimpan dan nantinya dapat dijadikan sumber untuk pengembangan selanjutnya.

## **Jadwal Kegiatan**

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kegiatan | Bulan | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Kajian Pustaka |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Pengumpulan Data |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Analisis dan Perancangan Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Pengujian Sistem |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Analisis Hasil Pengujian |  |  |  |  |  |  |
| 6. | Pembuatan Laporan |  |  |  |  |  |  |

# **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

## **Ovarium**

Untuk mengetahui ukuran ovarium normal dapat di lihat saat masa menstruasi, melalui sebuah tes telah dilakukan di Creighton University School Of Medicine di dapat hasil dimana ciri-ciri ovarium normal yaitu : ukuran awal folikel 2-4 mm, lalu akan terus tumbuh mencapai 10 mm dihari 8-9 dan mencapai ukuran 18-24mm pada hari ke 14[7]. Selain itu ovarium dikatakan normal jika volume *follicle* di ovarium kurang dari 10 cm3.

Sedangkan salah satu kriteria seseorang menderita PCOS adalah ada lebih dari 12 *follicle* berukuran 2-9 mm atau bertambah besarnya volume *follicle* di ovarium hingga lebih dari 10 cm3[3]. Namun jika ada *follicle* dominan dengan ukuran lebih dari 10 mm, harus dilakukan pemindaian dan pengecekan lebih lanjut. Perbedaan paling signifikan antara ovarium normal dengan ovarium penderita PCOS adalah volume dari ovarium. Ovarium normal memiliki volume kurang dari 10 cm3 (7.94 ± 2.34 cm3), sedangkan ovarium penderita PCOS memiliki volume melebihi 10 cm3 (14.04 ± 7.36 cm3)[8, 9].

## **Supervised Learning**

Metode supervised learning menggunakan *Naïve Bayes* sangat berpotensi digunakan dalam pemecahan masalah deteksi *PCOS*. *Naïve Bayes* di pilih karena keefektifannya dalam melakukan klasifikasi, walaupun dalam teorinya di asumsikan tiap fitur independen (naïve). Selain itu *Naïve Bayes* mudah di optimasi dan digabungkan dengan metode-metode lainnya. Hasil akhirnya diharapkan dengan menggunakan metode *Naïve Bayes* di dapatkan sistem yang powerful, efisien, dan memiliki tingkat akurasi yang tinggi untuk membantu dokter dalam mendiagnosis *PCOS* untuk pendeteksian kesuburan wanita.

## **Imbalanced Data**

## **Principal Component Analysyst (PCA)**

## **Naïve Bayes**

## **Literatur Terkait**

Berdasarkan penelitian yang di publikasikan National Institutes of Health (NIH) seseorang dikatakan menderita *PCOS* jika ada lebih dari 12 *follicle* berukuran 2-9 mm atau bertambah besarnya volume *follicle* di ovarium hingga lebih dari 10 cm3[3]. Saat ini untuk mendeteksi sindrom *PCOS* dokter harus melakukan scan USG dan secara manual menghitung jumlah *follicle* yang di tandai dengan area hitam di gambar. Metode yang digunakan untuk mendeteksi *PCOS* bisa menggunakan NIH 1990, Rotterdam 2003, atau AE-PCOS Society 2006. Sedangkan untuk menangani permasalahan *PCOS* bisa digunakan metode seperti berikut ini :

* + Modifikasi gaya hidup dan mengurangi obesitas
  + Penggunaan metformin, thiazolidinediones, clomiphene dan aromatase inhibitors.
  + Terapi atau operasi
  + Stimulasi ovarian gonadotropin
  + Continuous positive airway pressure (CPAP)

Berbeda lagi dengan paper berjudul *Follicle Detection on the USG Images to Support Determination of Polycystic Ovary Syndrome,* berdasarkan kriteria diatas untuk mendeteksi *PCOS* digunakan langkah-langkah sebagai berikut : *homogeneous regions, region growing, follicle extraction dan follicle quantification*.

Sedangkan di paper berjudul *Particle Swarm Optimization on Follicles Segmentation to Support PCOS Detection* langkah-langkah metode yang digunakan untuk mendeteksi *PCOS* berdasarkan citra USG yaitu :

* + *Image* *Preprocessing* : *Cropping, Denoising, Contrast Enhancement*.
  + *Image* *segmentation* untuk memisah gambar ke beberapa bagian yang mempunyai area homogen yang sama. Sedangkan metode Image segmentation sendiri ada beberapa diantaranya : thresholding, edge-based, region growing and clustering.
  + *Clustering* menggunakan metode *Particle Swarm Optimization (PSO)* yang di improvisasi dengan *non-parametric fitness function*, untuk meminimalisasi eror nilai *pixel* dan memaksimalkan similaritas gambar berdasarkan persepsi mata manusia.
  + *Follicle Extraction*

Dari percobaan diatas didapat kesimpulan *PSO image clustering* dengan *contrast enhancement preprocessing* akan menghasilkan jarak intracluster dan *quantization error* yang lebih besar daripada metode *PSO* tanpa contrast enhancement preprocessing. Hasilnya dengan membandingkan koefisien *DICE* dan *ROI*, metode *PSO* dengan *contrast enhancement preprocessing* mempunyai performansi yang lebih baik karena ukuran follicle yang dihasilkan program mendekati ukuran *follicle* aslinya

# **BAB III PEMBAHASAN**

## **Data Set**

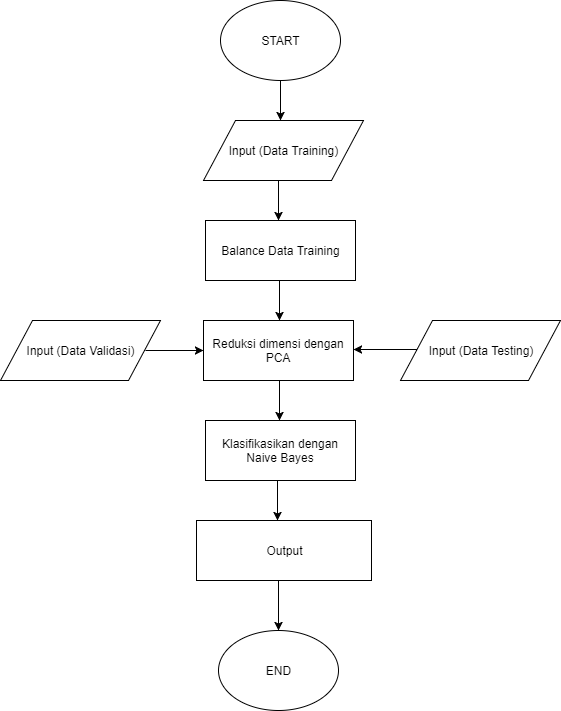
**Macintosh HD:Users:hendro:Downloads:Data Set.png**

Gambar 3.1 Data Set

Data set adalah data yang akan di gunakan untuk proses pembuatan model dari sistem. Data set berupa ada gambar USG ovarium yang di bagi menjadi 2 kelas label. Gambar ovarium positif terkena PCOS dan negative PCOS. Setelah itu data set di pecah menjadi 3 bagian, yaitu : 25 % data testing, 50 % data training, dan 25 % data validasi, lalu dari data tersebut akan digunakan untuk membangun model sistem.

## **Gambaran Umum Sistem**

Gambar 3.2 menggambarkan proses secara umum sistem yang akan dibuat

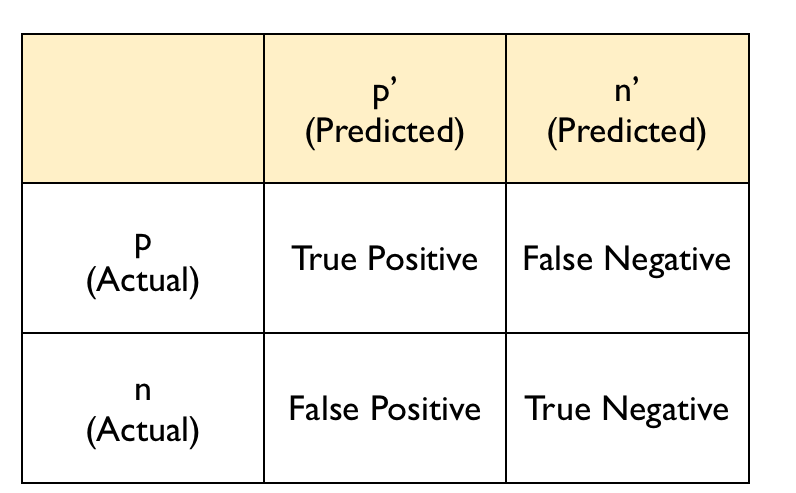


Gambar 3.2 Gambaran umum sistem

Pada dasarnya sistem yang akan di bangun di bagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : *balancing* data, reduksi dimensi, dan klasifikasi. Sebelum melalui ketiga proses tersebut data set di bagi menjadi tiga bagian yaitu data training, data testing dan data validasi seperti di jelaskan di bab 3.1. Naïve bayes adalah metode klasifikasi deterministik yang sensitif dengan jumlah data set tiap kelasnya yang harus seimbang. Salah satu masalah yang di hadapi dalam pembuatan sistem ini adalah jumlah data set yang sedikit (80 gambar) dan jumlah gambar tiap kelas yang tidak seimbang. Oleh karena itu sebelum di lakukan proses PCA dan klasifikasi dengan naïve bayes harus dilakukan *balancing* data (jumlah data training dalam setiap kelas di seimbangkan).

Tahap selanjutnya setelah di lakukan *balancing* data adalah tahap reduksi dimensi menggunakan PCA. Reduksi dimensi menggunakan PCA di lakukan untuk mendapatkan fitur-fitur penting dari gambar dan juga mempercepat proses komputasi. Data yang sudah di reduksi dimensinya kemudian akan masuk ke tahap klasifikasi menggunakan Naïve Bayes untuk menentukan label dari setiap gambar yang di inputkan.

Untuk mengetahui performansi dari sistem yang sudah di buat maka perlu dihitung recall, precision, akurasi dan f1 measure. Untuk melakukan perhitungan ini di butuhkan *confusion matrix*, seperti dapat dilihat di Gambar 3.3 di bawah ini :



Gambar 3.3 *Confusion Matrix*

Sedangkan rumus perhitungannya sendiri yaitu :

Pada tugas akhir ini akan di observasi pengaruh penggunaan metode balancing data dan PCA terhadap sistem yang dibangun. Akan ada empat scenario yang kan di uji coba pada sistem ini, yaitu :

* 1. Skenario pertama data training akan melalui proses balancing data dan PCA.
  2. Skenario kedua data training hanya akan melalui proses PCA.
  3. Skenario ketiga data training akan melalui proses balancing data tetapi tidak melalui proses PCA
  4. Skenario keempat data training tidak akan melalui proses balancing data dan juga PCA.

## **Perancangan Sistem Klasifikasi**

Perancangan sistem klasifikasi yang akan di bangun di bagi menjadi tiga bagian utama, yaitu : *balancing* data, reduksi dimensi, dan klasifikasi.

### Perancangan Balancing Data

### Perancangan Principal Component Analysis (PCA)

### Perancangan Naïve Bayes

## **Spesifikasi Kebutuhan Sistem**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini pasti dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak. Berikut spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

**Spesifikasi Perangkat Keras**

Berikut spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

* + Merk : Macbook
  + Model : Macbook Air 11 inch 2013
  + Prosesor : 1.3 GHz Intel Core i5
  + RAM : 4 GB 1600 MHz DDR3
  + Storage : SSD 128 GB
  + GPU : Intel HD Graphics 5000 1536 MB

**Spesifikasi Perangkat Lunak**

Berikut spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

* + OS : OS X Yosemite 10.10
  + Aplikasi : Microsoft Word 2013, Matlab R2014b.

# **BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS**

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil pengujian terhadap sistem berdasarkan skenario pengujian yang sudah di buat beserta analisis terhadap pengujian yang sudah di lakukan

## **Tujuan Pengujian**

Tujuan pengujian pada sistem yang akan di bangun adalah untuk mengetahui performansi dari sistem berdasarkan skenario pengujian yang sudah di buat menggunakan data set yang sudah di sediakan. Sistem yang di buat di harapkan memiliki performansi yang bagus dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga membantu dokter dalam mendiagnosis PCOS untuk pendeteksian kesuburan wanita.

## **Pengujian Sistem**

Pengujian terhadap sistem yang di bangun menggunakan skenario-skenario yang sudah di jelaskan di bab 3. Performansi sistem dapat di ukur dengan dengan menghitung recall, precision, akurasi dan f1 measure untuk setiap skenario terhadap datasets yang ada. Hasil performansi dari setiap skenario yang di ukur akan di jelaskan di bab ini. Parameter-parameter yang akan di observasi di sistem yang di bangun yaitu :

* Jumlah data training tiap kelasnya pada tahap *balancing data*
* Penggunaan PCA dan jumlah *principal components* yang di gunakan pada tahap dimensi reduksi
* Penggunaan normalisasi terhadap data set pada tahap *normalization*

Adapun tujuan dari dilakukannya observasi terhadap parameter-parameter di atas adalah :

* Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh jumlah data training tiap kelasnya terhadap sistem yang di bangun.
* Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh penggunaan PCA dan jumlah *principal components* yang di gunakan i terhadap sistem yang di bangun.
* Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh penggunaan normalisasi pada data set terhadap sistem yang di bangun.

### Skenario Pengujian Sistem

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Skenario ke- | Tujuan | Parameter Uji | Parameter Konstan |
| 1 | Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh jumlah data training tiap kelasnya yang dilakukan di tahap *balancing data* terhadap sistem yang di bangun | Jumlah data tiap kelas : 8-8, 16-16 (SMOT), 16-8 | Nilai PCA : 100 |
| 2 | Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh penggunaan PCA dan jumlah *principal components* yang di gunakan di tahap dimensi reduksi terhadap sistem yang di bangun. | Jumlah *principal components* yang di gunakan:  Tanpa PCA, 50, 60, 70, .., 200 | Hasil skenario 1 |
| 3 | Mengetahui performansi sistem dan menganalisis pengaruh penggunaan normalisasi pada data set yang di lakukan di tahap *normalization* terhadap sistem yang di bangun. | Menggunakan normalisasi atau tidak | Hasil skenario 2 |

## **Analisis**

### Pengujian Skenario 1

### Pengujian Skenario 2

### Pengujian Skenario 3

# **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan di jelaskan kesimpulan dari hasil observasi dan analisis yang telah di lakukan berserta saran untuk penelitian ke depan.

## **Kesimpulan**

Berdasarkan observasi dan analisis dari percobaan yang telah di lakukan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

## **Saran**

Adapun saran dari peneliti yang sekiranya dapat di lakukan pada penelitian selanjutnya

# **DAFTAR PUSTAKA**

[1] Purnama, B., Hasyim, A., Septiani, M. D., Wisesty, U. N., & Astuti, W. (2015). Follicle Detection on the USG Images to Support Determination of Polycystic Ovary Syndrome. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 622, No. 1, p. 012027). IOP Publishing.

[2] Deep Learning. (2016, February 20). Retrieved from Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Deep\_learning

[3] Guttmacher, A. E. (2012). Final Report The National Institutes of Health Polycystic Ovary Syndrome . NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH Evidence-based Methodology Workshop on, 1-40.

[4] Jia, Y., Shelhamer, E., Donahue, J., Karayev, S., Long, J., Girshick, R., ... & Darrell, T. (2014, November). Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. In Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia (pp. 675-678). ACM.

[5] Setiawati, E., & Tjokorda, A. B. W. (2015, May). Particle Swarm Optimization on follicles segmentation to support PCOS detection. In Information and Communication Technology (ICoICT), 2015 3rd International Conference on (pp. 369-374). IEEE.

[6] Weston, J., Ratle, F., Mobahi, H., & Collobert, R. (2012). Deep learning via semi-supervised embedding. In Neural Networks: Tricks of the Trade (pp. 639-655). Springer Berlin Heidelberg.

[7] Creighton University School of Medicine. (2005). Ultrasound of Uterus and Ovary,1-16. <http://www.toledoxray.com/sec/Guides/Ultrasound/Ultrasound%20of%20Uterus%20and%20Ovary.pdf>

[8] Järvelä, I. Y., Mason, H. D., Sladkevicius, P., Kelly, S., Ojha, K., Campbell, S., & Nargund, G. (2002). Characterization of normal and polycystic ovaries using three-dimensional power Doppler ultrasonography. Journal of assisted reproduction and genetics, 19(12), 582-590.

[9] Balen, A. H., Laven, J. S., Tan, S. L., & Dewailly, D. (2003). Ultrasound assessment of the polycystic ovary: international consensus definitions. Human reproduction update, 9(6), 505-514.

[10] Guo, Y., Liu, Y., Oerlemans, A., Lao, S., Wu, S., & Lew, M. S. (2015). Deep learning for visual understanding: A review. Neurocomputing.

[11] Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y. W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets. Neural computation, 18(7), 1527-1554.