

**KOMBINASI *SYNTHETIC MINORITY OVERSAMPLING*
TECHNIQUE (SMOTE) DAN *NEURAL NETWORK* DENGAN
IMBALANCE CLASS PADA PREDIKSI KEGAGALAN
KELUARGA BERENCANA**

Tesis

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-2 Program Studi
Magister Sistem Informasi**



**MUSTAQIM
30000317410012**

**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

**KOMBINASI *SYNTHETIC MINORITY OVERSAMPLING TECHNIQUE*
(*SMOTE*) DAN *NEURAL NETWORK* DENGAN *IMBALANCE CLASS* PADA
PREDIKSI KEGAGALAN KELUARGA BERENCANA**

Oleh:
Mustaqim
30000317410012

Telah diujikan dan dinyatakan lulus ujian tesis pada tanggal 28 Mei 2019 oleh tim penguji Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Semarang, 28 Mei 2019
Mengetahui,

Penguji I



Dr. Suryono, S.Si., M.Si.
NIP. 197306301998021001

Penguji II



Dr. Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T.
NIP. 197302261998021001

Pembimbing I



Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si.
NIP. 197508241999031003

Pembimbing II



Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph.D
NIP. 196311051988031001

Mengetahui :

**Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro**

Dr. R. B. Sularto, S.H., M.Hum.
NIP. 196701011991031005

**Ketua Program Studi
Magister Sistem Informasi**



Dr. Suryono, S.Si., M.Si.
NIP. 197306301998021001



**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Mustaqim
NIM : 30000317410012
Program Studi : Magister Sistem Informasi
Program : Sekolah Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Non eksklusif atas karya ilmiah saya ini yang berjudul :

***KOMBINASI SYNTHETIC MINORITY OVERSAMPLING TECHNIQUE
(SMOTE) DAN NEURAL NETWORK DENGAN IMBALANCE CLASS PADA
PREDIKSI KEGAGALAN KELUARGA BERENCANA***

Beserta perangkat yang ada. Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 28 Mei 2019

Yang menyatakan



Meterai Tempel
AEB9BAFF825070170
6000
ENAM RIBU RUPIAH
Mustaqim
30000317410012

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Tuhan Yang telah melimpahkan karuniaNya. Atas kasih dan anugerahNya, pada kesempatan kali ini penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul Kombinasi *Synthetic Minority Oversampling Technique* (SMOTE) dan *Neural Network* dengan *Imbalance Class* pada Prediksi Kegagalan Keluarga Berencana. Keberhasilan dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. R. B. Sularto, S.H., M.Hum., selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Suryono, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Sistem Informasi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
3. Dr. Budi Warsito, S.Si., M.Si., selaku pembimbing I. Terima kasih atas waktu, ilmu, saran, semangat dan nasehat yang bapak berikan selama bimbingan tesis.
4. Drs. Bayu Surarso, M.Sc., Ph. D., selaku pembimbing II. Terima kasih atas semua nasehat, masukan, ilmu dan waktu yang bapak berikan selama bimbingan tesis.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per-satu, telah membantu sampai dengan terselesaikannya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat. Amin.

Semarang, 28 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	iii
Halaman Pernyataan	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Daftar Lampiran	x
Abstrak	xi
<i>Abstract</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 <i>Data Mining</i>	5
2.2.2 <i>Imbalance Class</i>	7
2.2.3 <i>Synthetic minority Oversampling Technique (SMOTE)</i>	7
2.2.4 Jaringan Syaraf Tiruan	10
2.2.4.1 Macam – Macam Arsitektur Jaringan	10
2.2.4.2 Macam – Macam Fungsi Aktivasi	12
2.2.5 <i>Backpropagation</i>	12
2.2.5.1 Arsitektur Standar Jaringan <i>Backpropagation</i>	12
2.2.5.2 Fungsi Aktivasi pada <i>Backpropagation</i>	13
2.2.5.3 Algoritma Pelatihan <i>Backpropagation</i>	16
2.2.5.4 pengujian Jaringan <i>Backpropagation</i>	20
2.2.5.5 Pengukuran Kinerja dan Validasi Prediksi	21
2.2.6 Keberhasilan Kontrasepsi	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Bahan Penelitian	25
3.2 Alat Penelitian	25
3.3 Prosedur Penelitian	26
3.4 Perancangan Sistem	29
3.5 Perancangan Kerangka Sistem	31
3.6 Diagram Alur Kerja Sistem Prediksi	32
3.7 Variabel Penelitian	33
3.8 Diagram Alur Sistem SMOTE dan Jaringan Syarat Tiruan	34
3.9 Rancangan Desain Sistem Prediksi	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil Penelitian Penelitian	44
4.1.1 Hasil Halaman Antar Muka Sistem	44
4.1.2 Data Penelitian	46
4.1.3 Konversi Data	48
4.1.4 Proses <i>Synthetic Minority Oversampling Technique</i> (SMOTE)	50
4.1.5 Hasil Pelatihan Sistem Prediksi	55
4.1.6 Hasil Pengujian Sistem Prediksi	58
4.1.7 Hasil Sistem Prediksi Keberhasilan Keluarga Berencana	62
4.1.8 Pengukuran Kinerja Sistem dengan <i>Confusion Matrix</i>	64
4.1.9 Validasi Sistem dengan Pendekatan <i>10 Fold Cross Validation</i>	67
4.2 Pembahasan	69
4.2.1 Analisis Hasil Kinerja Metode SMOTE dan Tanpa SMOTE dalam <i>imbalance Class</i>	69
4.2.2 Evaluasi Sistem Prediksi	73
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	75
 DAFTAR PUSTAKA.....	 76
LAMPIRAN	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jaringan Layar Tunggal	11
Gambar 2.2 Jaringan Layar Jamak.....	11
Gambar 2.3 Arsitektur Standar <i>Backpropagation</i>	13
Gambar 2.4 Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid Biner</i>	15
Gambar 2.5 Fungsi Aktivasi <i>Tanh</i>	15
Gambar 2.6 Fungsi Aktivasi <i>ReLU</i>	16
Gambar 2.7 Arsitektur dan Langkah JST <i>Backpropagation</i>	17
Gambar 2.8 <i>Confusion Matrix</i>	22
Gambar 2.9 Skema 10 <i>Fold Cross Validation</i>	23
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	26
Gambar 3.2 Model Sekuensial <i>Linear</i>	29
Gambar 3.3 Kerangka Perancangan Sistem	31
Gambar 3.4 Diagram Alur Sistem SMOTE dan JST <i>Backpropagation</i>	34
Gambar 3.5 Formulir Kartu Status Peserta KB	35
Gambar 3.6 Desain Umum Antar Muka Sistem	40
Gambar 3.7 Perancangan Halaman Prediksi Implan	41
Gambar 3.8 Perancangan Halaman Prediksi IUD	42
Gambar 3.9 Perancangan Halaman Prediksi MOW	43
Gambar 4.1 Halaman Prediksi Alat Kontrasepsi Implan	44
Gambar 4.2 Halaman Prediksi Alat Kontrasepsi IUD	45
Gambar 4.3 Halaman Prediksi Alat Kontrasepsi MOW	45
Gambar 4.4 Histogram data Implan	46
Gambar 4.5 Histogram data IUD	46
Gambar 4.6 Histogram data MOW	46
Gambar 4.7 Hasil Prediksi Kontrasepsi Implan	62
Gambar 4.8 Hasil Prediksi Kontrasepsi IUD	63
Gambar 4.9 Hasil Prediksi Kontrasepsi MOW	64
Gambar 4.10 <i>Confusion Matrix</i>	65
Gambar 4.11 Pengukuran Kinerja Prediksi dengan <i>Confusion Matrix</i>	66
Gambar 4.12 Pengukuran Kinerja Prediksi IUD dengan <i>Confusion Matrix</i>	66
Gambar 4.13 Pengukuran Kinerja Prediksi MOW dengan <i>Confusion Matrix</i>	67
Gambar 4.14 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi Implan dengan SMOTE	71
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi Implan Tanpa SMOTE	71
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi IUD dengan SMOTE	72
Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi IUD Tanpa SMOTE	72
Gambar 4.18 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi MOW dengan SMOTE	72
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> Akurasi Prediksi MOW Tanpa SMOTE	73

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1	Variabel Penentu dan Nilai Target Implan..... 36
Tabel 3.2	Variabel Penentu dan Nilai Target IUD 37
Tabel 3.3	Variabel Penentu dan Nilai target MOW 38
Tabel 4.1	Data dan Variabel Prediksi Kontrasepsi Implan 47
Tabel 4.2	Data dan Variabel Prediksi Kontrasepsi IUD 47
Tabel 4.3	Data dan Variabel Prediksi Kontrasepsi MOW 48
Tabel 4.4	Data dan Variabel Nilai Input Target Prediksi Implan 48
Tabel 4.5	Data dan Variabel Nilai Input Target Prediksi IUD 49
Tabel 4.6	Data dan Variabel Nilai Input Target Prediksi MOW 49
Tabel 4.7	Data Kelas Minoritas Implan 51
Tabel 4.8	Menentukan Ketetangaan Terdekat kelas Minor Implan k=2 51
Tabel 4.9	Data Kelas Minoritas IUD 52
Tabel 4.10	Menentukan Ketetangaan Terdekat kelas Minor IUD k=2 53
Tabel 4.11	Data Kelas Minoritas MOW 54
Tabel 4.12	Menentukan Ketetangaan Terdekat kelas MOW k=2..... 55
Tabel 4.13	Hasil Pelatihan Sistem Prediksi Kontrasepsi Implan 56
Tabel 4.14	Hasil Pelatihan Sistem Prediksi Kontrasepsi IUD 56
Tabel 4.15	Hasil Pelatihan Sistem Prediksi Kontrasepsi MOW 57
Tabel 4.16	Hasil Pengujian Sistem Prediksi Kontrasepsi Implan 58
Tabel 4.17	Hasil Pengujian Sistem dengan Data Implan 59
Tabel 4.18	Hasil Pengujian Sistem Prediksi Kontrasepsi IUD 59
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Sistem dengan Data IUD 60
Tabel 4.20	Hasil Pengujian Sistem Prediksi Kontrasepsi MOW 61
Tabel 4.21	Hasil Pengujian Sistem Prediksi dengan Data MOW 61
Tabel 4.22	Hasil Prediksi Implan 62
Tabel 4.23	Hasil Prediksi IUD 63
Tabel 4.24	Hasil Prediksi MOW 64
Tabel 4.25	Hasil Validasi Sistem dengan 10 <i>Fold Cross Validation</i> Implan ... 67
Tabel 4.26	Hasil Validasi Sistem dengan 10 <i>Fold Cross Validation</i> IUD 68
Tabel 4.27	Hasil Validasi Sistem dengan 10 <i>Fold Cross Validation</i> MOW 69
Tabel 4.28	Perbandingan Nilai Akurasi Kelas Mayor dan Minor pada Data <i>Imbalance Class</i> 70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Awal Penelitian Implan	80
Lampiran 2. Data Awal Penelitian IUD	86
Lampiran 3. Data Awal Penelitian MOW	91
Lampiran 4. Tabel Nilai Konversi Implan	96
Lampiran 5. Tabel Nilai Konversi IUD	98
Lampiran 6. Tabel Nilai Konversi MOW	100
Lampiran 7. Data Hasil Konversi Nilai Implan	102
Lampiran 8. Data Hasil Konversi Nilai IUD	108
Lampiran 9. Data Hasil Konversi Nilai MOW	113
Lampiran 10. Data Latih Hasil SMOTE Implan	118
Lampiran 11. Data Latih Hasil SMOTE IUD	130
Lampiran 12. Data Latih Hasil SMOTE MOW	138
Lampiran 13. <i>script</i> Program Sistem Prediksi Implan	146
Lampiran 14. <i>script</i> program Sistem Prediksi IUD	153
Lampiran 15. <i>Script</i> Program Sistem Prediksi MOW	160

KOMBINASI *SYNTHETIC MINORITY OVERSAMPLING TECHNIQUE* (SMOTE) DAN *NEURAL NETWORK* DENGAN *IMBALANCE CLASS* PADA PREDIKSI KEGAGALAN KELUARGA BERENCANA

ABSTRAK

Kegagalan akibat pemakaian kontrasepsi adalah terjadinya kehamilan pada seorang wanita pada saat menggunakan alat kontrasepsi secara benar. Kegagalan akibat pemakaian kontrasepsi di Indonesia merupakan data yang tidak seimbang (*imbalance data*). Rasio angka kegagalan dan keberhasilan pemakaian kontrasepsi yang cenderung tidak seimbang menyebabkan sulit diprediksi. Ketidakseimbangan data terjadi jika jumlah data suatu kelas lebih banyak dari data lain. Kelas mayor merupakan kelas yang jumlah datanya lebih banyak, sedangkan kelas yang jumlah datanya lebih sedikit disebut kelas minor. Dalam penelitian ini kelas mayor yaitu data keberhasilan Keluarga Berencana sedangkan kelas minor merupakan data kegagalan Keluarga Berencana. Tujuan dari penelitian adalah untuk meningkatkan akurasi prediksi kelas minor dan memprediksi kegagalan Keluarga Berencana dengan menggunakan metode kombinasi *synthetic minority oversampling technique* (SMOTE) dan *neural network backpropagation*. Metode SMOTE digunakan menyeimbangkan kelas minor dengan cara menduplikasi kelas minor agar setara dengan kelas mayor. SMOTE menghasilkan akurasi yang baik dan efektif dari pada metode *oversampling* dalam menangani *imbalance class* karena mampu meningkatkan akurasi dan mengurangi *overfitting*. Data kelas minor dan mayor yang telah seimbang kemudian prediksi dengan *neural network backpropagation*. Algoritma *backpropagation* terdiri dari 3 tahapan proses pelatihan yaitu propagasi maju, perubahan bobot dan propagasi balik. Sistem prediksi ini digunakan untuk mendeteksi seorang wanita mengalami kehamilan atau tidak jika menggunakan kontrasepsi implan, IUD dan MOW. Data penelitian diambil dari Kartu Status Keluarga Berencana hasil survey dari Petugas Lapangan Keluarga Berencana (PLKB). Penelitian ini menggunakan 300 data Implan, 250 Data IUD dan 230 Data MOW. Sistem prediksi menghasilkan nilai akurasi sebesar 96.1% pada data implan, 99% pada prediksi Kontrasepsi IUD dan MOW. Evaluasi sistem prediksi dengan menggunakan *confusion matrix* dan *10 fold cross validation*. Implementasi kombinasi *synthetic minority oversampling technique* (SMOTE) dan *neural network backpropagation* terbukti mampu memprediksi pada kelas tidak seimbang (*imbalance class*) dengan hasil akurasi lebih dari 96%.

Kata-kunci : *imbalance class*, *neural network backpropagation*, prediksi, alat kontrasepsi, SMOTE.

COMBINATION OF SYNTHETIC MINORITY OVERSAMPLING TECHNIQUE (SMOTE) AND NEURAL NETWORK WITH IMBALANCE CLASS ON PREDICTIONS OF FAMILY PLANNING FAILURE

ABSTRACT

Contraceptive failure is the occurrence of pregnancy in a women while using contraception properly. Failure due to contraceptive use in Indonesia is imbalance data. The ratio of failure rates and success of contraceptive use that tends unbalanced cause difficult to predict. Data imbalance occurs when the amount of data in a class is more than other data. The major class is a with more data, while a class with less data is called a minor class. In this study the major class is data on the success of family planning while the minor class is a data of family planning failure. The aim of the research is improve the accuracy of prediction minor class and predict failure of family planning by using a combination of synthetic minority oversampling technique (SMOTE) and back propagation neural network. SMOTE method is used to balance the minor class by duplicating the minor class to be equivalent to the major class. SMOTE produces good and effective accuracy from the oversampling method in handling imbalance classes because it can improve accuracy and reduce overfitting. Balanced minor and major class data are then predicted by backpropagation neural networks. The backpropagation algorithm consists of 3 stages of the training process, namely forward propagation, weight change and back propagation. This prediction system is used to detect a woman experiencing pregnancy or not if using implant, IUD and MOW. The research data was taken from the family planning Status Card survey from the family planning Field Officer (PLKB). The study used 300 data of implant, 250 IUD Data and 230 Tubectomy data. The results of predictive an accuracy rate of 96.1% implant data, 99% in predictions of IUD and Tubectomy. Prediction system evaluation using confusion matrix and 10 fold cross validation. The combination of synthetic minority oversampling technique (SMOTE) and backpropagation neural network implementation has been proven to be able to predict unbalanced classes with results of more than 96% accuracy.

Keywords: imbalance class, backpropagation neural network, prediction, contraception, SMOTE.