

**PROPOSAL PENELITIAN PASCA SARJANA
DANA LOKAL ITS**



Judul:

**PENGEMBANGAN METODE SELEKSI FITUR
DAN KLASIFIKASI PADA DATA TIME SERIES
MULTIVARIAT**

Tim Peneliti:

Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom (Informatika/Teknologi Informasi/ITS)

Dr. Chastine Fatichah, S.Kom, M.Kom (Informatika/Teknologi Informasi/ITS)

Ahmad Saikhu, S.Si, MT(Informatika/Teknologi Informasi/ITS)

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA**

2017

HALAMAN PENGESAHAN
PROPOSAL PROGRAM PENELITIAN PASCA SARJANA
DANA LOKAL ITS TAHUN 2017

1. Judul Penelitian : PENGEMBANGAN METODE SELEKSI FITUR DAN KLASIFIKASI PADA DATA TIME SERIES MULTIVARIAT

2. Ketua Tim:

a. Nama	: Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom
b. NIP	: 19720809 199512 1 001
c. Pangkat / Golongan	: IV/A
d. Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
e. Jurusan	: Teknik Informatika
f. Fakultas	: Teknologi Informasi
g. Laboratorium	: Komputasi Cerdas dan Visualisasi
h. Alamat Kantor	: Kampus ITS, Jalan Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur.
i. Telp / HP / Fax	: 031-5939363

3. Jumlah anggota : 2 orang

4. Jumlah mahasiswa yang terlibat : 2 orang

5. Sumber dan jumlah dana penelitian yang diusulkan

a. Dana Lokal ITS 2017	: Rp. 49.870.000,-
b. Sumber lain	: Rp. -----
Jumlah	: Rp. 49.870.000,-

Mengetahui,
Kepala Laboratorium KCV



Dr. Nanik Suciati, S.Kom, M.Kom
197104281994122001

Mengesahkan,
Kepala LPPM ITS



Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT
NIP. 196404051990021001

Surabaya, 6 Maret 2017
Ketua Tim Peneliti



Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom
NIP. 19720809 199512 1 001

Menyetujui,
Kepala PS TIK dan Robotika



Eko Setijadi, ST, MT, Ph.D
197210012003121002

RINGKASAN

Dalam kehidupan sehari-hari, seringkali ditemui himpunan data periodik yang disebut dengan *time series* pada berbagai sektor. Akhir-akhir ini, klasifikasi dari data *time series* merupakan topik yang sangat menarik dalam disiplin ilmu *data mining*. Pemodelan *Multivariate Time Series Classification* (MTSC) cukup efektif untuk membantu perencanaan, monitoring, diagnosa dan pengambilan keputusan pada berbagai aktifitas sektor klimatologi, medis, keuangan dan manufaktur.

Seleksi fitur input adalah masalah utama dalam pemodelan MTSC. Pada prediksi curah hujan, klasifikasi biomedis, pengenalan pola dan monitoring data sensor, akan dijumpai bahwa jumlah input fitur untuk pemodelan adalah puluhan ataupun ratusan variabel. Masalah yang muncul adalah tidak semua fitur adalah relevan diperhitungkan dalam MTSC. Masalah lain, adanya dependensi antar fitur input, asosiasi fitur input terhadap variabel waktu (*time-lags*) dan jenis/pola hubungan yang tidak hanya linier, namun juga non linier.

Pada umumnya identifikasi dan pembentukan fitur *time-lags* menggunakan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dan CCF (*Cross Correlation Function*) di mana keduanya mengasumsikan asosiasi yang bersifat linier[13]. Dalam prakteknya, asosiasi *time-lags* antar fitur tidak hanya bersifat linier.

Oleh karenanya, pada penelitian ini diusulkan solusi untuk 3 permasalahan pada pemodelan MTSC. Pertama adalah mengembangkan fungsi pembangkit variabel *time-lags* yang sesuai untuk dependensi yang bersifat linier maupun non linier. Kedua adalah melakukan proses seleksi fitur input yang relevan dan tidak redundan berkaitan dengan asosiasi yang bersifat linier dan non linier. Selanjutnya adalah mengembangkan metode klasifikasi untuk data MTS yang memiliki akurasi hasil yang tinggi dengan biaya komputasi yang rendah untuk beberapa bidang aplikasi.

Tim peneliti terdiri atas 2 dosen Teknik Informatika (S3, Lektor Kepala) dan 1 mahasiswa semester 4 Prodi S3 Ilmu Komputer(sekaligus dosen di Jurusan Teknik Informatika) dan 1 mahasiswa semester 2 Prodi S2 Teknik Informatika. Penelitian ini rencananya diselesaikan dalam 10 bulan.

Keywords— *MTSC, Seleksi input, asosiasi linier dan non linier, klasifikasi.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan manusia, selalu ditemui data *time series* pada berbagai sektor. Hal ini dapat dijumpai antara lain pada pengamatan cuaca dan iklim, pengawasan produksi, kegiatan ekonomi/keuangan, catatan/diagnosa medis, pengamatan gempa, dan data sensor. Data tersebut tersedia dalam jumlah yang berlimpah dan memerlukan alat analisis/pemodelan untuk memperoleh manfaat dari pencatatan data tersebut, antara lain berkaitan dengan pengambilan keputusan. Data time series dapat berupa variabel tunggal yang disebut dengan *univariate* dan lainnya berupa pencatatan yang meliputi banyak variabel, disebut dengan *multivariate time series* (MTS).

Pemanfaatan *univariate time series* pada umumnya digunakan untuk perencanaan melalui prediksi nilai periode mendatang. Model prediksi untuk data *univariate* telah banyak tersedia, diantaranya dengan pendekatan statistik. Metode tersebut diantaranya adalah pemulusan eksponensial, analisis trend, model dekomposisi dan ARIMA box-jenkins. Sedangkan pendekatan kedua adalah berbasis mesin intelijen, diantaranya adalah menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (ANN) dengan berbagai modifikasinya.

Kebutuhan alat analisis/pemodelan untuk MTS lebih beragam selain untuk prediksi (*forecasting*), juga metode representasi MTS, klasifikasi (dan pengelompokan), pengenalan pola, deteksi anomali dan segmentasi. Salah satu pemodelan MTS yang cukup penting dan banyak dilakukan oleh peneliti di berbagai bidang aplikasi pada dekade terakhir adalah model klasifikasi MTS (MTS Classification/MTSC). Pada bidang ekonomi diantaranya adalah model klasifikasi untuk Produk Domestik Bruto (PDB) melalui sejumlah indikator, klasifikasi EEG, ECG dan EMG pada diagnosa medis, klasifikasi Gen/DNA pada bidang Bio-Informatik, robotika dan model klasifikasi pada pencatatan data sensor/sinyal [1].

Model klasifikasi MTS terbagi atas 2 kategori, yaitu terawasi (*supervised*) dan tidak terawasi (*unsupervised*). Untuk kategori yang kedua, pendekatan model yang digunakan adalah *clustering analysis*. Penelitian ini berfokus pada kategori pertama, yaitu *supervised classification* pada MTS. Pada MTSC, sejumlah metode telah diperkenalkan dan mengalami pengembangan, diantaranya adalah klasifikasi berbasis fitur, klasifikasi berbasis model dan klasifikasi berbasis jarak dengan

berbagai pengembangannya melalui metode statistik maupun *machine learning*[2]. Klasifikasi berbasis statistik diantaranya menggunakan metode regresi logistik[3], sedangkan yang berbasis *machine learning* antara lain menggunakan metode *Random Forest*[4], ANN dengan berbagai variasinya[5], SVM[6], HMM[7] dan Algoritma Genetik[8].

Walaupun pilihan metode untuk MTSC sangat beragam, namun untuk memperoleh hasil klasifikasi yang memiliki akurasi tinggi dan mudah dalam interpretasi dengan biaya komputasi yang rendah, bukan merupakan hal yang mudah. Untuk mencapai hal tersebut, di samping bergantung pada ranah aplikasi data MTS yang ingin dimodelkan, juga terkait dengan pilihan metode yang tepat dan tidak sensitif terhadap jenis kasus maupun nilai parameter model. Dalam sejumlah penelitian, solusi MTSC berbasis *machine learning* masih merupakan metode yang lebih baik dibanding lainnya[9].

Di sisi lain, dalam pemodelan MTSC tidak mudah dilakukan karena dalam prosesnya melibatkan banyak variabel input dengan jumlah puluhan bahkan ratusan fitur. Pada dasarnya tidak semua fitur input adalah relevan terhadap label kelas. Pada kondisi ini, diperlukan suatu prosedur untuk memilih himpunan fitur yang relevan dalam proses klasifikasi dan mengabaikan sejumlah fitur lainnya[10]. Dari himpunan fitur yang relevan tersebut, timbul suatu kondisi di mana antar fitur input terjadi redundansi sehingga proses klasifikasi menjadi tidak efisien dan juga mengurangi akurasi hasil klasifikasi. Permasalahan ini harus diselesaikan juga dalam proses pemilihan fitur input.

Permasalahan lain dalam proses pemilihan fitur input adalah sifat hubungan (asosiasi) dari fitur input terhadap label kelas. Suatu fitur disebut tidak relevan terhadap label kelas karena keduanya tidak mempunyai asosiasi secara linier. Namun apabila dikaji dengan pola asosiasi yang non linier, antara fitur input dengan label kelas memiliki hubungan yang signifikan[11]. Hal ini harus dianggap bahwa fitur tersebut relevan terhadap label kelas. Kondisi demikian berlaku juga untuk identifikasi fitur-fitur yang redundan, di mana redundansi dapat terjadi karena asosiasi yang bersifat linier maupun non linier.

Keunikan pemodelan MTSC dibanding masalah klasifikasi yang lain adalah asosiasi (hubungan) tidak hanya terjadi antar fitur maupun fitur dengan label kelas. Variabel waktu (*time-lags*) merupakan komponen penting pada MTS[12]. Pada umumnya identifikasi dan pembentukan fitur *time-lags* menggunakan PACF (*Partial Autocorrelation Function*) dan CCF (*Cross*

Correlation Funtion) di mana keduanya mengasumsikan asosiasi yang bersifat linier[13]. Dalam prakteknya, asosiasi *time-lags* antar fitur tidak hanya bersifat linier.

Oleh karenanya, pada penelitian ini diusulkan solusi untuk 3 permasalahan pada pemodelan MTSC. Pertama adalah mengembangkan fungsi pembangkit variabel *time-lags* yang sesuai untuk dependensi yang bersifat linier maupun non linier. Kedua adalah melakukan proses seleksi fitur input yang relevan dan tidak redundan berkaitan dengan asosiasi yang bersifat linier dan non liner. Selanjutnya adalah mengembangkan metode klasifikasi untuk data MTS yang memiliki akurasi hasil yang tinggi dengan biaya komputasi yang rendah untuk beberapa bidang aplikasi.

1.2 Perumusan dan Pembatasan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana membangkitkan variabel *time-delay* yang sesuai untuk dependensi yang bersifat linier maupun non linier pada MTS?
- b. Bagaimana melakukan proses seleksi input pada data MTS yang menjamin diperolehnya himpunan fitur input yang relevan dan tidak redundan?
- c. Bagaimana memodelkan MTSC yang memberikan nilai akurasi yang tinggi (efektif) dengan biaya komputasi yang murah (efisien)?
- d. Bagaimana menguji konsistensi atas solusi (a) dan (b) pada data MTS hipotetik dan data MTS yang riil?

Sedangkan batasan permasalahan pada penelitian ini adalah:

- a. Penelitian bersifat pengembangan model MTSC berbasis fitur melalui proses seleksi fitur input dan modifikasi metode *machine learning* untuk klasifikasi.
- b. *Dataset* MTS hipotetik diperoleh melalui pembangkitan dari sejumlah fungsi dan *dataset* MTS yang riil diperoleh dari *archive/repository* data MTS yang telah tersedia untuk aplikasi di berbagai bidang, antara lain untuk medis, lingkungan, kelistrikan dan ekonomi/keuangan.
- c. Implementasi dari kerangka pengembangan model MTSC menggunakan perangkat lunak Matlab R2015a.

1.3 Tujuan

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya sebagai berikut:

1. Mengembangkan fungsi PACF dan CCF menjadi fungsi pembangkit variabel *time-lags* yang bersifat umum, baik untuk dependensi yang linier maupun non linier.
2. Mengembangkan skema baru untuk seleksi fitur input dari pemodelan MTSC yang tidak redundan dan sesuai untuk asosiasi yang linier maupun non linier.
3. Mengembangkan metode klasifikasi MTS baik untuk *binary class* maupun *multiple class* berbasis *machine learning*.
4. Mengimplementasikan hasil pengembangan pada *dataset* sintetik maupun riil mengevaluasi konsistensi kerangka baru dalam model MTSC.

1.4 Relevansi

Pemodelan MTSC merupakan masalah yang cukup penting dalam bidang data mining dan aplikasinya. Hal ini mencakup proses untuk perencanaan dan mitigasi, misalnya aplikasi MTSC untuk hidrologi/klimatologi, gempa bumi ataupun untuk proses pengawasan (*monitoring*) pada proses produksi. Aplikasi yang lain adalah untuk diagnosa dan tindakan medis pada analisis sinyal EEG/ECG ataupun analisis finansial untuk pengambilan keputusan.

Studi untuk MTSC pada berbagai bidang aplikasi di atas telah banyak dilakukan, terutama menggunakan metode *machine learning*, diantaranya SVM, ELM, HMM, EA dan Algoritma Genetik. Pada umumnya tahap pra-proses dilakukan untuk penyederhanaan fitur input, baik menggunakan ekstraksi fitur maupun seleksi fitur. Metode pra-proses untuk fitur yang banyak digunakan diantaranya adalah reduksi dimensi melalui PCA dengan berbagai variasi pengembangan dan SVD. Sedangkan pra-proses untuk seleksi fitur, yang banyak digunakan adalah metode filter berbasis korelasi ataupun *mutual information* (MI).

Dengan mempertimbangkan bahwa implementasi metode *machine learning* adalah proses komputasi yang mahal, maka tahap pra-proses menjadi penting. Tahap pra-proses pada MTSC adalah pembangkitan variabel *time-lags* sebagai bagian dari fitur input. Formula untuk membangkitkan variabel *time-lags* harus sesuai dengan pola asosiasi antara fitur input dengan label klas sehingga fitur input tersebut relevan. Pra-proses yang kedua adalah seleksi fitur input sehingga diperoleh fitur input yang relevan dan tidak redundan yang akan mempengaruhi akurasi hasil klasifikasi.

Selanjutnya metode klasifikasi MTS dikembangkan untuk memberikan akurasi yang tinggi, komputasi yang efisien, kemudahan dalam interpretasi dan mengurangi kemungkinan overfitting. Untuk memenuhi tujuan tersebut, diusulkan modifikasi *machine learning* dengan cara optimalisasi parameter menggunakan metode Taguchi.

1.5 Target Luaran

Target luaran penelitian pasca sarjana ini adalah:

- a. Publikasi pada seminar internasional terindeks Scopus
- b. Draft Buku Disertasi yang sudah selesai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Penunjang

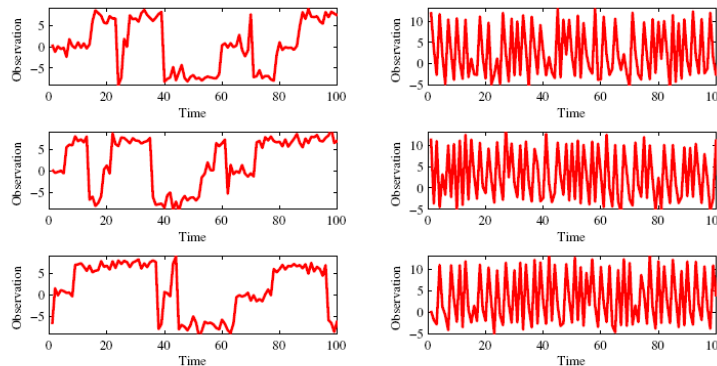
Pada bagian ini dijelaskan sejumlah teori terkait dengan MTSC yaitu definisi MTS, seleksi fitur input dan proses pemodelan MTSC.

2.1.1 Multivariate Time Series

Time Series adalah representasi data yang terurut berdasarkan waktu kejadian dengan interval waktu yang sama di mana antar nilai saling berhubungan[13]. Data time series dapat dinotasikan sebagai

$$X_i(t); [I = 1, 2, 3, \dots, n, t = 1, 2, 3, \dots, m]$$

Jika nilai $n > 2$, disebut sebagai MTS, sementara apabila $n = 1$ dinamakan *univariate time series* (UTS). Pada gambar 2.1 adalah merupakan contoh data time series.



Gambar 2.1 Contoh data time series yang diperoleh dari HMM

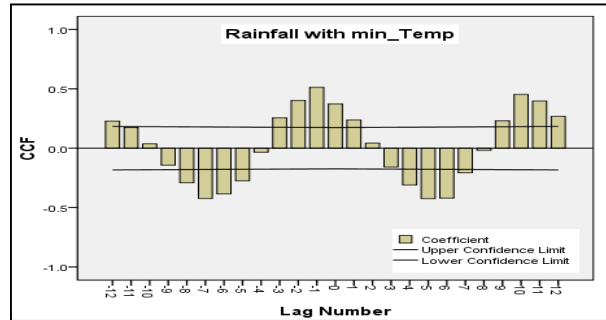
MTSC adalah prediksi nilai kelas target berdasarkan sejumlah variable prediktor di mana data juga terurut berdasarkan waktu kejadian dengan interval waktu yang sama[9]. Antar variabel prediktor terdapat hubungan, baik dalam periode pengamatan ke- t maupun ke $(t-k)$. Dalam analisis time series, elemen penting adalah pola hubungan yang bersifat *time-delay* di antara variabel prediktor maupun antara variabel prediktor dengan label klas.

Untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel berdasarkan *time-lags* tertentu, alat analisis yang umum digunakan adalah Cross Correlation Function (CCF). Untuk menghitung CCF digunakan persamaan (1).

$$r_{xy}(T) = \frac{\sigma_{xy}(T)}{\sqrt{\sigma_{xx}(0)}\sqrt{\sigma_{yy}(0)}} \quad (1)$$

di mana $r_{xy}(T)$ adalah korelasi variabel x dan variabel y pada periode ke T dan σ_{xy} adalah kovariansi(x,y), σ_{xx} adalah variansi(x) dan σ_{yy} adalah variansi(y).

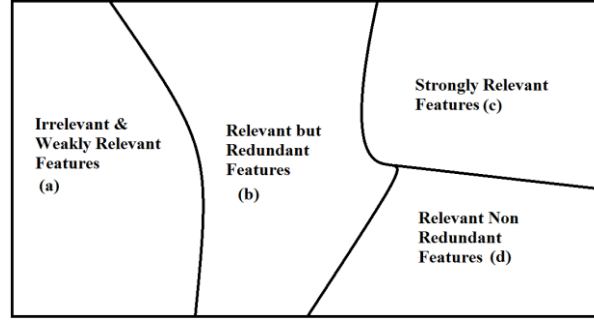
Dalam hubungan antara dua time series (y_t dan x_t), series y_t mungkin berhubungan dengan *lags* yang lalu dari series-x. Sampel CCF membantu mengidentifikasi *lags* dari variabel x yang mungkin merupakan kandidat prediktor dari y_t . Sampel CCF didefinisikan sebagai himpunan korelasi sampel antara x_{t+h} dan y_t untuk $h = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$, dan seterusnya. Nilai negative dari h menunjukkan bahwa korelasi antara variabel x pada waktu sebelum t dan variabel y pada saat t. Misalnya, $h = -2$ berarti bahwa nilai korelasi yang dihitung adalah x_{t-2} and y_t . Hasil dari nilai korelasi dapat diuji dengan membandingkan nilai korelasi silang dengan standard error $1/\sqrt{n - k}$. Pada gambar 2.2 adalah contoh dendogram dari CCF. Sedangkan 2 garis horizontal menunjukkan batas signifikansi.



Gambar 2.2 dendogram CCF antara curah hujan dan temperatur

2.1.2 Seleksi fitur

Dari studi [14], fitur input untuk pemodelan MTSC dibagi menjadi 3 subset yang saling lepas, yaitu relevan yang sangat kuat, relevan yang lemah dan fitur yang tidak relevan. Subset pertama mutlak/harus ada sebagai prediktor dari label klas dan tidak dapat dihapus karena akan berpengaruh kepada hasil prediksi. Subset kedua kurang diperlukan sebagai prediktor, kecuali pada kondisi tertentu. Sedangkan subset ketiga tidak diperlukan sebagai prediktor pada kondisi apapun. Pembagian fitur input atas 3 subset dijelaskan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 fitur input yang relevan dan tidak relevan

Untuk melakukan seleksi fitur input yang relevan, pada umumnya asosiasi antar fitur diasumsikan linier. Oleh karenanya, suatu fitur disebut relevan terhadap label klas jika korelasinya signifikan. Formula untuk menentukan suatu fitur relevan adalah dengan menggunakan korelasi Pearson, yang ditulis pada persamaan 2.

$$\rho_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

ρ_{xy} adalah korelasi antara variabel x dan variabel y. ρ_{xy} disebut signifikan jika nilainya lebih dari nilai kritis tabel korelasi dengan derajat bebas dan level signifikansi tertentu.

Sedangkan untuk mengevaluasi asosiasi (hubungan) antar fitur yang bersifat non linier, digunakan *symmetrical uncertainty* (SU). Formula SU didasarkan pada teori entropy (persamaan 3, 4) dan *Information Gain*(persamaan 5).

Jika terdapat variabel X, maka entropy didefinisikan sebagai

$$H(X) = - \sum_i P(x_i) \log(P(x_i)) \quad (2)$$

dan entropy dari X setelah ada nilai pengamatan dari variabel Y didefinisikan sebagai

$$H(X|Y) = - \sum_j P(y_j) \sum_i P(x_i|y_j) \log(P(x_i|y_j)) \quad (3)$$

di mana $P(x_i)$ adalah probabilitas *prior* untuk semua nilai X dan $P(x_i | y_i)$ adalah probabilitas posterior dari X ketika diberikan nilai Y . Maka nilai *Information Gain* dari X ketika diketahui nilai Y adalah sesuai persamaan 5.

$$IG(X|Y) = H(X) - H(X|Y) \quad (4)$$

Namun, *Information gain* akan bias ketika jumlah fitur cukup besar dan variabilitas nilainya tinggi. Oleh karenanya, nilai fitur harus dinormalisasi terlebih dahulu sehingga memiliki pengaruh yang sama. Selanjutnya, nilai IG yang dinormalisasi disebut dengan *Symmetrical Uncertainty* (SU) yang ditulis pada persamaan 6.

$$SU(X, Y) = 2 \left[\frac{IG(X|Y)}{H(X) + H(Y)} \right] \quad (5)$$

SU (X , Y) dinyatakan signifikan jika nilainya lebih dari nilai kritis pada tabel Chi-Square berdasarkan derajat bebas dan Level Signifikansi tertentu.

Merit value adalah suatu kriteria/ukuran atas hasil seleksi fitur. Semakin tinggi nilai merit value menunjukkan bahwa seleksi fitur memperoleh hasil yang lebih baik. Formula untuk menghitung kriteria tersebut adalah (persamaan 7).

$$r_{z,c} = \frac{k\bar{r}_{z,i}}{\sqrt{k + k(k-1)\bar{r}_u}} \quad (6)$$

$r_{z,c}$ adalah merit value antara fitur input dengan label klas. $\bar{r}_{z,i}$ adalah korelasi rata-rata antara fitur input dengan kelas label sedangkan $\bar{r}_{i,i}$ adalah korelasi rata-rata antar fitur input.

2.1.3 Klasifikasi MTS

Klasifikasi adalah proses pengelompokan data menjadi suatu kelas berdasarkan kesamaan karakteristik pada data. *Supervised classification* adalah suatu teknik klasifikasi yang digunakan untuk mengekstraksi informasi dari data yang telah ditraining. Data yang akan ditraining adalah data yang sudah diklasifikasi atau dikelompokkan terlebih dahulu, sehingga *classifier* akan mendapatkan informasi terlebih dahulu dari data training.

Pada umumnya teknik klasifikasi pada MTS diantaranya adalah ANN, kNN, BN, Decision Tree, LDA, CANFIS, dan SVM. Permasalahan pada klasifikasi MTS selain melibatkan banyak fitur dengan beragam skala pengukuran, hal yang perlu diperhatikan adalah faktor tenggang waktu (*time-lag*) yang berpengaruh terhadap kinerja model. Metode klasifikasi yang memperhitungkan faktor *prior* perlu dipertimbangkan untuk kasus data iklim, bidang medis dan keuangan

diantaranya yang berbasis *bayesian*. Berikut adalah salah satu algoritma yang digunakan dalam pemodelan MTSC.

```

Input: S(F1, F2, ..., Fn, C) //n features, one binary class label
      α, β // a predefined threshold
output: Sbest
1  Begin
2  For i = 1 to n do begin
3      Calculate Corri,C for Fi;
4      If (Corri,C ≥ value of critical table PC)
5          append Fi to S1list;
6  End
7  For i = 1 to n do begin
8      Calculate SUi,C for Fi;
9      if(SUi,C > value of critical table Chi-Square)
10         append Fi to S2list;
11 Order S1'list and S2'list in descending
12 Fj = getFirstElement at (S1'list)
13 do begin
14     Fi = getNextElement(S1'list, Fj)
15     if (Fi <> Null)
16     do begin
17         If (Corri,C ≥ α)
18             remove Fi from S1'list
19             Fi = getNextElement(S1'list, Fi)
20     End until (Fi == Null)
21     Fj = getNextElement(S1'list, Fj)
22 End until (Fj == Null)
23 Fj = getFirstElement at (S2'list)
24 do begin
25     Fi = getNextElement(S2'list, Fj)
26     if (Fi <> Null)
27     do begin
28         If (SUi,C ≥ β)
29             remove Fi from S2'list
30             Fi = getNextElement(S2'list, Fi)
31     End until (Fi == Null)
32     Fj = getNextElement(S2'list, Fj)
33 End until (Fj == Null)
34 Sbest = S1'list ∩ S2'list
35 Compute rx,k

```

2.1.4 Optimalisasi parameter pada model

Untuk menentukan parameter yang sensitif terhadap kinerja model, dapat dilakukan dengan ANOVA berdasarkan disain uji coba faktorial. Namun unit uji coba yang diperlukan untuk disain faktorial bersifat kombinatorik bergantung pada jumlah parameter dan level dari parameter yang terlibat di dalam model. Disain percobaan yang lebih efisien dengan menggunakan *Orthogonal Array* (OA) dapat disarankan. Dari analisis SNR(Signal to Noise Ratio), dapat

disimpulkan parameter apa saja yang sifatnya sensitif terhadap kinerja model dapat ditentukan sehingga nilai parameter tersebut dapat dikendalikan.

Sedangkan untuk menentukan nilai parameter yang optimal dari model iklim dan prediksi hujan sehingga kinerjanya tinggi, maka diperlukan metode untuk optimalisasi parameter. Sejumlah metode optimalisasi parameter diantaranya adalah menggunakan PSO, dan MCMC.

2.2 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya (State of the Art)

Ada sejumlah metode untuk MTSC, diantaranya adalah *instance-based classification*[15], *feature-based classification* [16], dan *model-based classification* (17). Makna dari metode klasifikasi MTS yang pertama adalah bahwa untuk memprediksi klas dari data uji adalah berdasar pada kesamaan dari data pelatihan. Secara umum, *classifier* dari MTS menggunakan 1-Nearest neighbor yang dihitung dengan menggunakan *Euclidean distance* dan *Dynamic Time Warping* (DWT). Sementara, *Feature-based classification* untuk klasifikasi MTS Classification adalah berdasar pada sejumlah variabel prediktor label klas. Sedangkan *model-based classification* adalah klasifikasi MTS yang ditentukan oleh pola interaksi yang spesifik antar obyek klas dari data MTS.

Salah satu penelitian klasifikasi MTS berbasis fitur adalah menggunakan metode yang disebut *Class Separability Feature Selection* (CSFS). Metode ini, dalam melakukan seleksi fitur dari MTS adalah menggunakan *trace-based class separability criterion*[18]. Penelitian lain, menggunakan *information-theoretic framework*[19] dalam melakukan klasifikasi terawasi. *Mutual Information* dikembangkan untuk mengukur asosiasi antara sub himpunan fitur dengan label klas dalam sampel.

Dari sejumlah studi di atas, ada sejumlah hal yang telah dievaluasi. Pertama, sifat asosiasi dalam seleksi fitur yang relevan dan menghapus fitur yang redundan tidak dilakukan diidentifikasi. Yang dimaksud identifikasi adalah apakah asosiasi antar fitur bersifat linier atau non linier sehingga perlakuan untuk pra-proses adalah berbeda. Yang kedua adalah bahwa untuk identifikasi dan pembangkitan variabel *time-lags* dari fitur input diasumsikan linier dengan menggunakan metode CCF. Hal ini akan terjadi ketidaksesuaian apabila asosiasi *time-lags* antar fitur tidak linier. Sedangkan yang ketiga adalah bahwa model MTSC dengan pendekatan *machine learning* memerlukan pengembangan untuk efisiensi proses dan efektifitas hasil. Efisiensi proses

direpresentasikan oleh *time-complexity* dan efektifitas diukur melalui sejumlah kriteria, antara lain akurasi, MSE, dan *error-rate*.

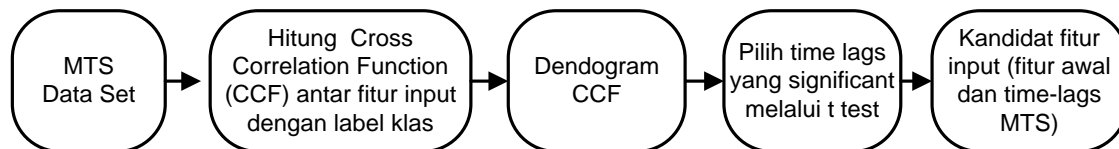
BAB III METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini langkah-langkah yang akan dilakukan dijelaskan pada gambar ? dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Studi literatur

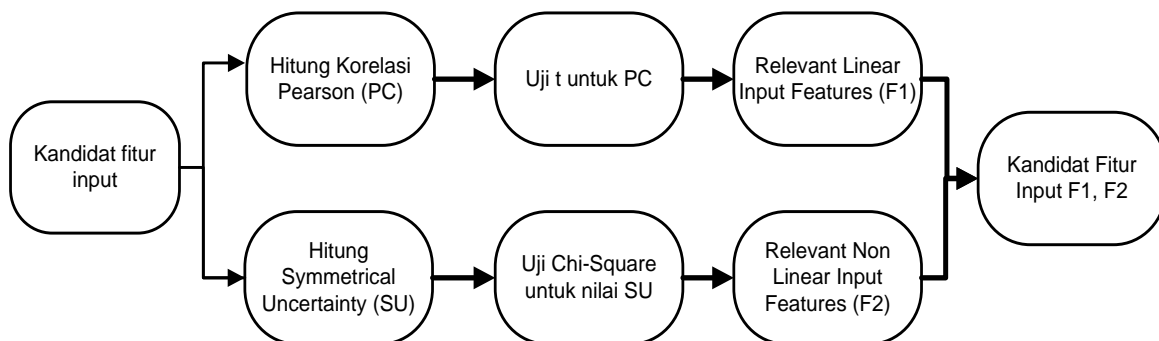
Pada tahap ini, dilakukan kajian pustaka dan pengumpulan informasi berkaitan dengan pra-proses pemodelan MTS, klasifikasi MTS, algoritma dan pemrograman untuk implementasi MTSC dari sejumlah penelitian.

2. Merancang kerangka baru dalam mengidentifikasi dan membangkitkan variable *time-lags* sebagai fitur input yang melengkapi fitur input awal untuk MTSC (gambar 3.1).

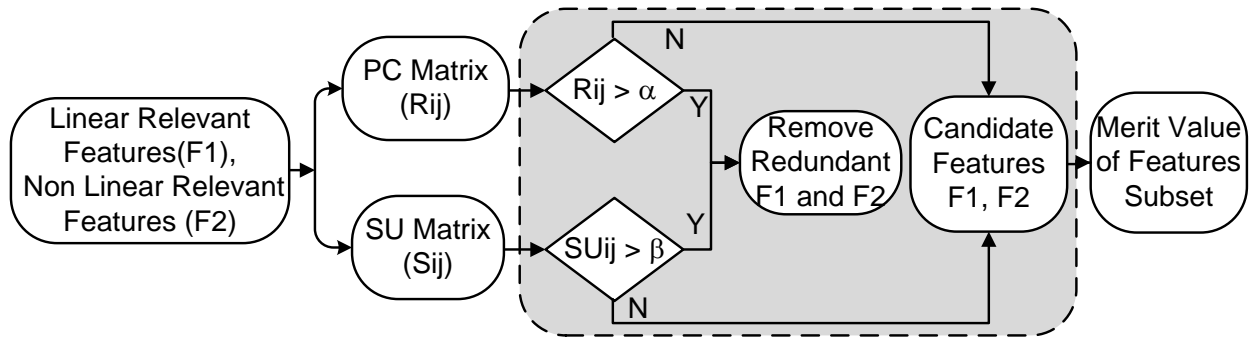


Gambar 3.1 Identifikasi dan Pembangkitan variabel *time-lags*

3. Merancang kerangka baru dalam proses seleksi fitur yang relevan dan menghapus fitur input yang redundan berdasarkan pola asosiasi antara fitur input dengan label klas maupun antar fitur input sehingga asosiasi yang bersifat non linier mampu terdeteksi (gambar 3.2 dan 3.3).

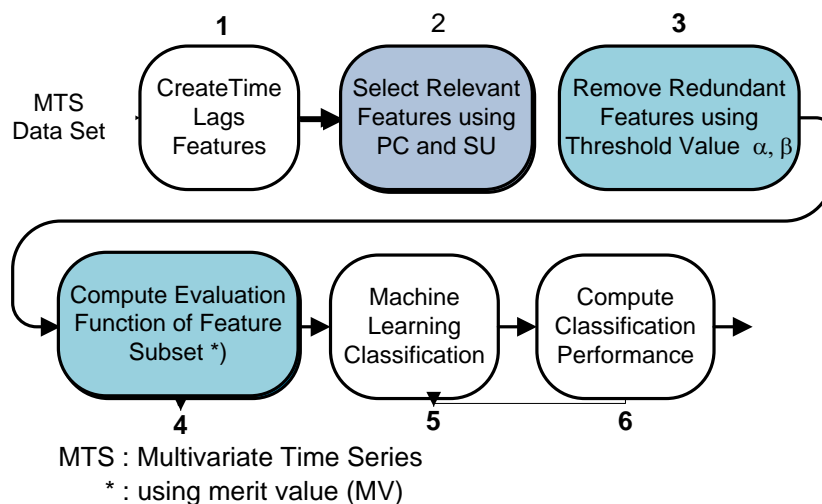


Gambar 3.2 Seleksi fitur input yang relevan



Gambar 3.3 Penghapusan fitur yang redundan dalam himpunan fitur relevan

4. Mengembangkan metode MTSC berbasis *Machine Learning* dengan biaya komputasi yang efisien (gambar 3.4).



Gambar 3.4 proses pemodelan MTSC

5. Menyiapkan *dataset* MTS untuk pengujian pra-proses dan klasifikasi pada 2 jenis data, yaitu data sintetis dan data riil.
6. Mengimplementasikan algoritma pembentukan variabel *time-lags*, seleksi fitur input dan proses klasifikasi pada *dataset*.
7. Melakukan evaluasi atas hasil uji coba skema pengembangan model MTSC dengan membandingkan hasil MTSC dari algoritma hasil penelitian sebelumnya.
8. Menyusun laporan penelitian.

BAB IV ORGANISASI TIM, JADWAL, DAN ANGGARAN BIAYA

4.1 Organisasi Tim Peneliti (termasuk kompetensi dan tanggung jawab)

No.	Nama /NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu	Uraian Tugas
1.	Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom	ITS	Kecerdasan Komputasional, Data Mining	6 jam/minggu	Mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan terkait penelitian MTSC, bimbingan laporan dan makalah.
2.	Dr. Chastine Fatichah, S.Kom, M.Kom	ITS	Kecerdasan Buatan, Komputasi Biomedik	8 jam/minggu	Supervisi Kajian Teoritik, Kajian Pustaka, dan evaluasi framework MTSC, meriview implementasi, laporan penelitian, dan makalah untuk publikasi
3.	Ahmad Saikhu, S.Si, M.Kom	ITS	Analisis Data Multivariate, Kecerdasan Buatan	30 jam/minggu	Studi Literatur, mendisain algoritma, implementasi, uji coba, pembuatan laporan dan makalah
4.	Mahasiswa S2	ITS	Data Mining	15 jam/minggu	Studi Literatur, mendisain algoritma, implementasi, uji coba, pembuatan laporan dan makalah

4.2 Jadwal

No	Jenis Kegiatan	Bulan ke-									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Studi literatur										
2	Pengembangan <i>framework</i> untuk memangkitkan variabel <i>time-lags</i> MTS										
3	Menyiapkan <i>framework</i> untuk seleksi fitur data MTS										
4	Mengembangkan algoritma MTSC berbasis <i>machine learning</i>										
5	Mengumpulkan data MTS sintetis dan riil										
6	Mengimplementasikan algoritma <i>time-lags</i> , seleksi fitur dan MTSC										
7	Uji coba dan evaluasi sistem MTSC										
8	Penulisan makalah untuk conference dan jurnal internasional										
9	Penulisan Laporan Penelitian (untuk laporan Interim dan Final)										

4.3 Anggaran Biaya (sesuai dengan aktivitas pada metode penelitian)

No.	Jenis Pengeluaran	Biaya
Rp 1	Honor Tim Peneliti	Rp 9,110,000
Rp 2	Peralatan Penunjang	Rp 7,350,000
Rp 3	Bahan Habis Pakai	Rp 5,776,000
Rp 4	Perjalanan	Rp 19,134,000
Rp 5	Lain-lain: Koordinasi, Dokumentasi, Publikasi dan Pelaporan	Rp 7,500,000
Total Anggaran		Rp 48,870,000

1111Justifikasi Anggaran

1. Honor Tim Peneliti					
No.	Honor	Honor / Jam (Rp.	Waktu (jam)	Minggu	Biaya
1	Ketua Peneliti (10 Bulan)	11000	6	40	2640000
2	Anggota Peneliti 1 (10 Bulan)	10000	8	40	3200000
3	Anggota Peneliti 2 (10 Bulan)	2500	30	40	3000000
4	Pembantu Pelaksana 1		15	40	0
5	Pembantu Pelaksana 2	2500	6	18	270000
Sub Total (Rp.)					9110000
2. Peralatan Penunjang					
No.	Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya
1	Buku Referensi MTSC	Studi literatur	3	200000	600000
2	Buku Referensi Matlab	Studi literatur	3	250000	750000
3	Peralatan pengolahan dan penyimpan data	Penyimpanan data	1	5000000	6000000
Sub Total (Rp.)					7350000
3. Bahan Habis Pakai					
No.	Material	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya
1	Kertas F4 70 gr	Administrasi dan	5	40000	200000
2	Kertas A4 70 gr	Administrasi dan	5	40000	200000
3	Tinta Printer Black	Administrasi dan	3	32000	96000
4	Tinta Printer Color	Administrasi dan	3	60000	180000
5	Catridge Printer Black	Administrasi dan	2	250000	500000
6	Catridge Printer Color	Administrasi dan	2	300000	600000
16	Sambungan Internet (1 Mbps)	Komunikasi dan	20	200000	4000000
Sub Total (Rp.)					5776000
4. Perjalanan					
No.	Kegiatan	Justifikasi Pemakaian	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya
2	Diseminasi hasil penelitian: Conference	Publikasi	1	3134000	3134000
3	Transportasi Conference	Validasi Sistem	2	3000000	6000000
4	Biaya publikasi jurnal internasional	Akuntabilitas pe	2	1500000	10000000
Sub Total (Rp.)					19134000
5. Lain-lain: Koordinasi, Dokumentasi, Publikasi dan Laporan					
No.	Kegiatan	Justifikasi	Kuantitas	Harga Satuan	Biaya
4	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Interim	Akuntabilitas pe	8	200000	1600000
5	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Akhir	Akuntabilitas pe	8	200000	1600000
6	Cetak Foto Dokumentasi	Akuntabilitas pe	100	3000	300000
7	Tenaga Administrasi	Kegiatan adminis	10	250000	2500000
8	Konsumsi Rapat/Koordinasi	Rapat, Koordinas	15	100000	1500000
Sub Total (Rp.)					7500000
Total Anggaran yang Diperlukan (Rp.)					48870000

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. A. T. Nguyen, H. J. Yang, and S. Kim, "Hidden discriminative features extraction for supervised high-order time series modeling," *Comput. Biol. Med.*, vol. 78, pp. 81–90, 2016.
- [2] A. Bagnall, J. Lines, J. Hills, and A. Bostrom, "Time-Series Classification with COTE: The Collective of Transformation-Based Ensembles," *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 27, no. 9, pp. 2522–2535, 2015.
- [3] W. Pei and H. Dibeklio, "Multivariate Time-Series Classification Using the Hidden-Unit Logistic Model," pp. 1–12, 2017.
- [4] P. Schäfer, "Towards Time Series Classification without Human Preprocessing," *Mach. Learn. Data Min. Pattern Recognit.*, no. Springer International Publishing, pp. 228–242, 2014.
- [5] J. Abbot and J. Marohasy, "Input selection and optimisation for monthly rainfall forecasting in queensland, australia, using artificial neural networks," *Atmos. Res.*, vol. 138, pp. 166–178, 2014.
- [6] M. F. Ghalwash, "Early classification of multivariate time series using a hybrid HMM / SVM model," *Bioinforma. Biomed.*, pp. 113–118, 2012.
- [7] P.-F. Marteau and S. Gibet, "On Recursive Edit Distance Kernels With Applications To Time Series Classification," *IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.*, vol. PP, no. 6, pp. 1–13, 2014.
- [8] B. Li, P. L. Zhang, H. Tian, S. S. Mi, D. S. Liu, and G. Q. Ren, "A new feature extraction and selection scheme for hybrid fault diagnosis of gearbox," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 8, pp. 10000–10009, 2011.
- [9] L. Wang, Z. Wang, and S. Liu, "An effective multivariate time series classification approach using echo state network and adaptive differential evolution algorithm," *Expert Syst. Appl.*, vol. 43, pp. 237–249, 2016.
- [10] A. Bagnall, J. Lines, A. Bostrom, and J. Large, "The Great Time Series Classification Bake Off: An Experimental Evaluation of Recently Proposed Algorithms. Extended Version," *eprint arXiv:1602.01711*, vol. 17, no. 9, p. 19, 2016.
- [11] H. D. Tran, N. Muttill, and B. J. C. Perera, "Selection of significant input variables for time series forecasting," *Environ. Model. Softw.*, vol. 64, pp. 156–163, 2015.
- [12] G. B. Humphrey, S. Galelli, a Castelletti, H. R. Maier, G. C. Dandy, and M. S. Gibbs, "A new evaluation framework for input variable selection algorithms used in environmental modelling," *Int. Environ. Model. Softw. Soc.*, vol. 62, pp. 33–51, 2014.
- [13] K. Vasimalla, "A Survey on Time Series Data Mining," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 170–179, 2014.
- [14] L. Yu and H. Liu, "Efficient Feature Selection via Analysis of Relevance and Redundancy," *J. Mach. Learn. Res.*, vol. 5, pp. 1205–1224, 2004.

- [15] J. Zhao, S. Member, and L. Itti, “Descriptors with Hybrid Sampling,” vol. 28, no. 3, 2016.
- [16] B. D. Fulcher and N. S. Jones, “Highly comparative feature-based time-series classification,” *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 26, no. 12, pp. 3026–3037, 2014.
- [17] A. Kotsifakos and P. Papapetrou, “Model-based Time Series Classification,” pp. 1–12.
- [18] M. Han and X. Liu, “Feature selection techniques with class separability for multivariate time series,” *Neurocomputing*, vol. 110, pp. 29–34, 2013.
- [19] B. Bonev, “Feature selection based on information theory,” 2010.

Lampiran: Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom., M.Kom
2	Jenis Kelamin	L
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NIP/ NIK/ Identitas lainnya	19720809 199512 1 001
5	NIDN	0009087205
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 09 Agustus 1972
7	E-mail	agusza@cs.its.ac.id
8	Nomor Telepon/ HP	0858 5467 2370
9	Alamat Kantor	Kampus ITS, Jalan Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur.
10	Nomor Telepon/Faks	031-5939363
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 65 orang; S-2 = 21 orang; S-3 = 2 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Kecerdasan Komputasional
		2. Data Mining
		3. Sistem Temu Kembali Informasi
		4. Visi Komputer

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	ITS	UI	Hiroshima University
Bidang Ilmu	Teknik Informatika	Ilmu Komputer	Information Engineering
Tahun Masuk-Lulus	1990-1995	1999-2001	2004-2007
Judul Skripsi/ Tesis/ Disertasi	Perancangan dan Pengembangan Perangkat Lunak Penjadwalan Proses sebagai Penunjang Praktikum Sistem Operasi	Algoritma Clustering Adaptif pada Klasifikasi Citra Inderaja Multispektral	Development of Computer-Aided System for Diagnosing Osteoporosis Using Dental Panoramic Radiographs
Nama Pembimbing/ Promotor	Prof. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc., Ph.D	Prof. Dr. Ir. Aniati Murni Arymurthy, M.Sc.	Prof. Akira Asano

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)

1	2015	Pengembangan Sistem Pengukuran Otomatis Kualitas Tulang Berdasarkan Tulang Trabekula pada Leher Kondilus	Dikti	200
2	2014	Early Detection Application of Bone Fractures Using Image Analysis of Dental Panoramic Radiographs	Dikti	90
3	2014	Pengembangan Sistem Klasifikasi Ikan Tuna	Dikti	300
4	2013	Deteksi Dini Fraktur Tulang dengan Visi Komputer pada Citra Dental Panoramic	Dikti	90

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
-	-	-	-	-

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1	<i>Decimation-Free Directional Filter Banks for Classification and Numbering on Posterior Dental Radiography Using Mesiodistal Neck Detection</i>	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	Vol.18 No.4, pp. 649-657, 2014
2	<i>An Age Estimation Method to Panoramic Radiographs from Indonesian Individuals</i>	Jurnal Telkomnika	Vol.11 No.1 Mar 2013
3	<i>Knowledge Dictionary for Information Extraction on the Arabic Text Data</i>	MAKARA, TEKNOLOGI	VOL. 16, NO. 2, NOVEMBER 2012: 180-184
4	<i>Classification and Numbering of Dental Radiograph for and automated human identification system</i>	TELKOMNIKA	Maret 2012
5	<i>Grammatical Evolution for Feature Extraction in Local Thresholding Problem</i>	Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi	Vol. 5, Isue 2, Juni 2012
6	<i>Local Binarization For Document Images Captured By Cameras with decision tree</i>	Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi	Vol. 5, Isue 1, Februari 2012
7	<i>Extended Local Search dan Pengelompokan Poligon Untuk 2D Irregular Strip Packing Problem</i>	Jurnal SCAN	Vol 7, No. 2 Juni 2012

8	<i>Classification and Numbering of Dental Radiograph for and automated human identification system</i>	Jurnal Telkomnika	Maret 2012
9	<i>Thresholding dengan Pemilihan Window secara Adaptive Berbasis Pengukuran Tingkat Ketajaman Citra</i>	Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer	Vol. 7, No. 2, Maret 2011, halaman 89-98
10	<i>Pemisahan Gigi pada Dental Panoramic Radiograph dengan Menggunakan Integral Projection yang di modifikasi</i>	Jurnal Ilmiah KURSOR	Vol. 6, No. 2, July 2011, 121-128
11	<i>Pemisahan Gigi pada Dental Panoramic Radiograph dengan Menggunakan Integral Projection yang dimodifikasi</i>	Jurnal Ilmiah KURSOR	Vol. 6, No. 2, Juli 2011, hlm. 121-128.
12	<i>Klasifikasi sinyal EEG menggunakan Koefisien Autoregresif, F-Score dan Least Squares Support Vector Machine</i>	Jurnal Teknik Informatika	Vol 2, Nomor 1, Juli 2011.
13	<i>Realtime Pathfinding menggunakan minimal memory abstraction dan jaringan syaraf tiruan dalam permainan Komputer</i>	Jurnal Teknik Informatika	Vol 2, Nomor 1, Juli 2011.
14	<i>Thresholding dengan Pemilihan Window secara Adaptive Berbasis Pengukuran Tingkat Ketajaman Citra</i>	Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer	Vol. 7, No. 2, Maret 2011, halaman 89-98.

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Temu Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	The Third Indonesian-Japanese Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing (KCIC)	<i>A Review of Computer-Aided System for Identifying Osteoporosis Using Dental Panoramic Radiographs</i>	2014
2	The 12th International Conference on Electronics, Information, and Communication (ICEIC 2013)	<i>Rectification of Arabic Text Document Linearly and Curved Distorted on Acquisition</i>	30 Januari – 02 Februari 2013 Bali
3	Konferensi Nasional Sistem Informasi 2013	<i>Fusi Citra Satelit Multi-Temporal Dengan Non-Iteratif Pseudopolar Fourier Transform</i>	14-15 Februari 2013 Mataram
4	SCIS-ISIS 2012	<i>Classification and Numbering on Posterior Dental Radiography using Support Vector Machine with Mesiodistal Neck Detection</i>	
5	The 15th Information-Based Induction Sciences Workshop, Technical	<i>Classification and Numbering on Posterior Dental Radiography using Histogram Intersection</i>	7-9 November 2012

	Committee on Information-Based Induction Sciences and Machine Learning (IBISML)		Tokyo Campus, Tsukuba Univ, Japan
6	International Conference on ICT	<i>Knowledge Dictionary Ekstraksi Informasi Menggunakan Kamus Konsep Pada Data Teks Arab</i>	10 November 2012 Bandung
7	Konfrensi Nasional Sistem Infomasi (SIKOM)	<i>Multiscale Waveled Pyramid Sistem Autentifikasi Citra Telapak Tangan</i>	23-25 Februari 2012 Bali
8	Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI	<i>Clustering Dokumen Secara Hierarki berbasis Fuzy set tipe – 2 Trapezoidal dan Frequent Hemset</i>	14 Juli 2012 Surabaya
9	The First Indonesian-Japanese Conference on Knowledge Creation and Intelligent Computing 2012 (KCIC 2012)	<i>Improved Khoja Stemmer and Diagram for Arabic Text Searching</i>	13-14 Maret 2012
10	The 13th Industrial Electronics Seminar 2011 (IES 2011)	<i>Klasifikasi Data Cardiotocography dengan Integrasi Metode Neural Network dan Particle Swarm</i>	26 Oktober 2011 Indonesia
11	2011 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS 2011)	<i>Enhancement of Trabecular Bone on Dental Panoramic Radiographs Using Multiscale Line Operator</i>	17-18 Desember 2011 Jakarta
12	The 13th Industrial Electronics Seminar 2011 (IES 2011)	<i>Penerapan Particle Swarm Optimization untuk penentuan Parameter Regularisasi pada Kernel Regularized Discriminant Analysis</i>	26 Oktober 2011 Indonesia
13	Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV	<i>Identifikasi Penyakit Periodontitis Kronis Pada Citra Dental Panoramic Dengan Algoritma Line Strength dan Line Tracking</i>	23 Juli 2011 Surabaya
14	Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV	<i>Metode Klasterisasi Data Adaptif Berbasis Artificial Bee Colony Dan K-Harmonic Means</i>	23 Juli 2011 Surabaya
15	Information Systems International Conference (ISICO) 2011	<i>Teeth Separation and Molar Premolar Classification on Dental Radiographs</i>	3-5 December 2011 Indonesia
16	Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV AFFEKTIVE RESOURCE MANAGEMENT	<i>Nonsubsampled Countoured Transform dan Iterative Point Correspondence untuk registrasi pada citra dental prepikal</i>	23 Juli 2011 Surabaya

17	Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIV EFFECTIVE RESOURCE MANAGEMENT	<i>Identifikasi Penyakit Periodontitis Kronis pada Citra Dental Panoramic dengan Algoritma Line Strength dan Line Tracking</i>	23 Juli 2011 Surabaya
----	---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
-	-	-	-	-

H. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/ Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ ID
1	Low Bone Mineral Density Detection Using Dental Panoramic Radiographs	2012		JP 4956745 B
2	Osteoporosis diagnosis support device	2011		No. 7, 916, 921
3	Sistem Diagnosa Osteoporosis Berdasarkan Analisa Kepadatan Tulang Trabeculae pada Citra Panorama Gigi	2009		P00200900463

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/ Rekayasa Sosial Lainnya dalam 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respon Masyarakat
-	-	-	-	-

J. Penghargaan dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	The 2nd Best Poster, APTECS 2013	Japan International Cooperation Agency (JICA)	2013
2	Certificates of Authorized LbE (Lab Based Education)	Vice Rector for Academic and Student Affairs ITS Surabaya	2012
3	Juara II Dosen Berprestasi ITS 2012	ITS Surabaya	2012
4	Best Research Awards	Kementerian Ristek RI dan Kalbe Farma	2011
5	Best Research Awards	Kementerian Ristek RI dan Kalbe Farma	2008

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan Hibah Penelitian.

Surabaya, 6 Maret 2017

Ketua,

Agus Zainal Arifin

NIP. 19720809 199512 1 001

A Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Eng. Chastine Fatichah, S.Kom, M.Kom
2	JenisKelamin	Perempuan
3	Fungsional/Pangkat/Gol.	Lektor Kepala/ Pembina / IVa
4	Jabatan Struktural	Sekretaris Prodi Pascasarjana
5	Fakultas/Jurusan	FTIf/ Teknik Infromatika
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	197512202001122 002
5	NIDN	0020127508
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Pasuruan, 20 Desember 1975
7	Email	chastine@cs.its.ac.id , chastine@if.its.ac.id
8	Nomor Telepon/HP	082269990999
9	Alamat Kantor	Gedung Teknik Informatika, Jln. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111
10	Nomor Telepon/Faks	031-5939214 / 031-5922948
11	Lulusan yang Telah dihasilkan	S-1= 112 orang; S-2= 40 orang; S-3 = 1 orang
12	Mata Kuliah yg diampu	1. Kecerdasan Buatan 2. Kecerdasan Komputasional 3. Komputasi Biomedik 4. Data Mining

B Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	InstitutTeknologiSepuluhNopember	Universitas Indonesia	Tokyo Institute of Technology, Jepang
BidangIlmu	TeknikInformatika	IlmuKomputer	Computational Intelligence
TahunMasuk-Lulus	1994-2000	2006-2008	2009-2012
JudulSkripsi/Tesis/Disertasi	<i>PenyelesaianPersamaanDifferensial Ordo DuamenggunakanTransformasi Wavelet</i>	<i>Boosting with Kernel Base Classifiers for Human Object Detection</i>	<i>Acute Leukemia Diagnosis using Microscopic Image Segmentation and Differential Counting based on Fuzzy Morphology and Fuzzy Decision Tree</i>
Nama Pembimbing/Promotor	Dra. Esther Hanaya, M.Sc RullySoelaiman, S.Kom, M.Kom	Dr. Eng. RahmatWidyanto, M.Eng	Prof. Kaoru Hirota

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2016	CellMorph: Aplikasi Analisis Morfologi Sel pada Citra Mikroskopik untuk Deteksi Sel Kanker	PUPT ITS	50
2	2016	Peringkasan Multi Dokumen Berita Berbahasa Indonesia Berdasarkan Trending Issue Data Twitter dengan Deteksi Kejadian Non Trivial Sebagai Pemilihan Kata Kunci	PUPT ITS	50
3	2016	Sistem Cerdas untuk Manajemen Lalu Lintas di Kupang NTT	PUPT ITS	70
4	2015	CellMorph: Aplikasi Analisis Morfologi Sel pada Citra Mikroskopik untuk Deteksi Sel Kanker	PUPT ITS	60
5	2015	Peringkasan Multi Dokumen Berita Berbahasa Indonesia Berdasarkan Trending Issue Data Twitter dengan Deteksi Kejadian Non Trivial Sebagai Pemilihan Kata Kunci	PUPT ITS	60
6	2015	Sistem Cerdas untuk Manajemen Lalu Lintas di Kupang NTT	PUPT ITS	80
7	2014	Penyempurnaan itsBatik : Perangkat Lunak untuk Mendesain Batik	LBE BOPTN ITS	60
8	2014	International Partnership Research Project : An Exigent Redesign of Electronic Biomedical Management Kits for Enhanced Reliability in managing intractable diseases (Asthma, Diabetes, and Epilepsy).	Salmanbin AbdulazizUnivers ity	60
9	2014	Sistem Cerdas untuk Manajemen Lalu Lintas di Kupang NTT	PUPT ITS	80
10	2013	Identifikasi Sel Menumpuk pada Citra Mikroskopik untuk Meningkatkan Akurasi Penghitungan Jumlah Sel sebagai Bantuan Diagnosa Penyakit	DoktorBaru BPOTN ITS	30
11	2013	Penyempurnaan itsBatik : Perangkat Lunak untuk Mendesain Batik	LBE BOPTN ITS	50

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2014	Dosen Pendamping PKM	DIKTI	-
2	2014	Workshop Pembangunan dan Pengelolaan Ujian Online Bagi Siswa SMA/Sederajat	LPPM ITS	-

3	2013	Pelatihan Program Autoplay dan Wonder Share Guru-guru pada MAN Kota Blitar	LPPM ITS	-
4	2013	Peningkatan Percepatan Pembelajaran menggunakan E-Learning	LPPM ITS	-
5	2012	Kegiatan Pengenalandan Pelatihan Komputer Kerjasama Pusat Studi Teknologi Informasi, Komunikasi, dan Robotika ITS dengan SMA/SMK di lingkungan sekitar ITS	Pusat Robotika ITS	-

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Vol. / Nomor / Tahun
1	New Lossless Compression Method Using Cyclic Reversible Low Contrast Mapping (CRLCM)	International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)	Vol. 6, No. 6, 2016
2	LOSSLESS IMAGE COMPRESSION METHOD USING REVERSIBLE LOW CONTRAST MAPPING (RLCM).	Journal of Theoretical & Applied Information Technology	Vol. 86, No. 1, 2016
3	A Bi-Stage Technique for Segmenting Cervical Smear Images Using Possibilistic Fuzzy C-Means and Mathematical Morphology	Journal of Medical Imaging and Health Informatics	Vol. 6, No. 7, pp. 1663-1669, 2016
4	Fuzzy feature representation for white blood cell differential counting in acute leukemia diagnosis	International Journal of Control, Automation and Systems, Springer	Vol. 13, No. 3, pp. 742-752, 2015
5	A Hybrid Particle Swarm Optimization and Neural Network with Fuzzy Membership Function Technique for Epileptic Seizure Classification	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 19, No. 3, pp. 447-455 2015.
6	Overlapping White Blood Cell Segmentation And Counting On Microscopic Blood Cell Images	International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems	Vol. 7, No. 3, pp. 1271-1286, September 2014
7	Dental Numbering for Periapical Radiograph Based on Multiple Fuzzy Attribute Approach	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 18, No. 3, pp. 253-261 2014.
8	Similarity-Based Fuzzy Classification of ECG and Capnogram Signals	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 17, No. 2, pp. 302-310 2013.
9	Interest-Based Ordering for Fuzzy Morphology on White Blood Cell Image Segmentation	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 16, No. 1, pp. 76-86, 2012
10	Quantum Image Searching Based on Probability Distributions	Journal of Quantum Information Science	Vol. 2, pp. 55-60, 2012.
11	Multiscale Image Aggregation for Dental Radiograph Segmentation	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 16, No. 3, pp. 388-396, 2012
12	Parameter Optimization of Local Fuzzy Patterns based on Fuzzy Contrast	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 16, No. 3, pp. 412-419, 2012

	Measures for White Blood Cell Feature Extraction		
13	Multimodal Gesture Recognition for Mascot Robot System based on Choquet Integral using Camera and 3D Accelerometers Fusion	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII)	Vol. 15, No. 1, pp 563-572, Feb. 2011.

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE)	Nuclei segmentation of microscopic breast cancer image using Gram-Schmidt and cluster validation algorithm	Penang, Malaysia, 27 November 2015
2	International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS)	K-medoids algorithm on Indonesian Twitter feeds for clustering trending issue as important terms in news summarization	Surabaya, Indonesia 16 September 2015
3	Information Science and Applications Lecture Notes in Electrical Engineering	A combined AdaBoost and NEWFM technique for medical data classification	Vol. 339, pp 801-809, 2015
4	IEEE 9th International Symposium on Intelligent Signal Processing (WISP)	A Combined Modified Gram-Schmidt and Region Growing Mechanism for White Blood Cell Image Segmentation	Siena, 15 May - 17 May 2015
5	The International Conference on Information, Communication Technology and System (ICTS)	A new approach for lossless image compression using Reversible Contrast Mapping (RCM)	Surabaya, Indonesia, 24-25 September, 2014
6	The ICNC14 and FSKD14	Principal Component Analysis-based Neural Network with Fuzzy Membership Function For Epileptic Seizure Detection	Xiamen, China, August 19-21, 2014
7	2013 International Symposium on Medical and Rehabilitation Robotics and Instrumentation	Overlapping Cells Identification for White Blood Cell Segmentation on Microscopic Blood Cell Images	Shah Alam, Malaysia, December 2-4 2013
8	International Conference on Computer, Control, Informatics, and It's Application (IC3INA) 2013	Spline and Color Representation for Batik Design Modification	19-20 Nopember 2013, LIPI, Jakarta
9	9th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics	Emotion Recognition of Violin Music Based on Strings Music Theory for Mascot Robot System	Rome, Italia, July, 2012.
10	The 2011 IFSA World Congress and the 2011 AFSS (IFSA-AFSS 2011)	Parameter Optimazation of Local Fuzzy Patterns for Extracting White Blood Cell Feature Texture	Surabaya, Indonesia, June 2011.
11	The 2011 IFSA World Congress and the 2011 AFSS (IFSA-AFSS 2011)	Multiscale Image Analysis for Dental Radiograph Segmentation	Surabaya, Indonesia, June 2011.
12	2011 IEEE International Conference on Fuzzy System	Multimodal gesture recognition based on Choquet integral.	Taipei, Taiwan, 2011

G. Karya Buku Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit

H. Perolehan HKI Dalam 5-10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
-	-	-	-	-

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
-	-	-	-	-

J. Penghargaan Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Finalis Dosen Berprestasi Nasional	Kementrian Ristek dan Pendidikan Tinggi	2015
2	Young Researcher Award	Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACIII), Fuji Press, Tokyo, JAPAN	2014
3	Peneliti Muda LBE Award	ITS	2014
4	Juara Dua Dosen Berprestasi Tingkat Fakultas	Fakultas Teknologi Informasi ITS	2012
5	Juara Tiga Dosen Berprestasi Tingkat Fakultas	Fakultas Teknologi Informasi ITS	2009
6	Best Paper Award	International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACII 2009), Tokyo, Jepang	2009

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah penelitian.

Surabaya, 07 Maret 2017
Pengusul,

Chastine Fatichah
NIP. 197512202001122 002

Anggota Peneliti 2

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ahmad Saikhu, S.Si, MT (L/♂)
2	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
3	Jabatan Struktural	Kepala Laboratorium Dasar dan Terapan Komputasi
4	NIP	197107182006041001
5	NIDN	0018077105
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Gresik, 18 Juli 1971
7	Alamat Rumah	Griya Kartika A-27 Sedati Sidoarjo
8	Nomor Telp/Fax/HP	+62081357976106
9	Alamat Kantor	Jurusan Teknik Informatika, ITS Kampus ITS Sukolilo Surabaya
10	Nomor Telp/Fax	+62 31 5939214
11	Alamat Email	saikhu@its-sby.edu
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S1 = 72 orang
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Simulasi Sistem Diskrit
		2. Riset Operasional
		3. Kecerdasan Buatan
		4. Analisa Data Multivariat

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	ITS	ITS	ITS
Bidang Ilmu	Statistika	Teknik Informatika	Ilmu Komputer
Tahun Masuk-Lulus	1989-1994	1997-2000	2015-

Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Analisis Log Linier untuk evaluasi pola pilihan layanan kesehatan di Kota Surabaya	Studi perbandingan kinerja model syaraf tiruan dan ARIMA untuk peramalan	
Nama Pembimbing/ Promotor	Prof. Dr. Susanti Linuwih, M.Stat	Prof. Dr. Drs. Ir. Riyanarto Sarno, M.Sc.	Dr. Agus Zainal Arifin, S.Kom, M.Kom

C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2008	Development of Content-Based Image Retrieval System using Object Recognition	JICA-PREDICT	200
2	2010	Pengembangan Sistem penelusuran Produk pada PT. Aneka Tuna Indonesia	Kemristek	265
3	2011	Pemodelan Event Log menggunakan Regresi Logistik	DIPA-ITS	35
4	2011	Analisis hasil pembangkitan bilangan acak menggunakan Java, VB, dan C++	DIPA-ITS	35
5	2013	Pemodelan Aplikasi Monitoring Arus Lalu Lintas dengan SIG-T Berbasis Web di Kota Kupang	EPI-UNET BOPTN	60
6	2013	Aplikasi Manajemen Penyakit Diabetes Menggunakan Konsep Software as a Service	IPTEKS-DIKTI	100

7	2014	Sistem Manajemen Arus Lalu Lintas Cerdas, Studi Kasus: di Kota Kupang, NTT	EPI-UNET BOPTN	100
8	2014-2015	Pengembangan Model Optimasi Untuk Penjadualan Dokter Pada Keadaan Darurat Berbasis Aplikasi Mobile	BOPTN	60
9	2015	Traffic Management System by Computer Vision, Computer Simulation and Statistical Data Analysis	KLN	100

D. Pengalaman Pengabdian kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2011	Technical Assistant pada Audit Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional tingkat SMA di Surabaya. Didanai Dinas Pendidikan, tahun 2012 Sebagai Anggota (Narasumber).	Dinas Pendidikan	10
2	2012	Pelatihan Pemasaran Online bagi Anggota Koperasi Wanita “Setia Bhakti Surabaya”. Didanai Jurusan Teknik Informatika ITS, Juli 2012. Sebagai Anggota (Narasumber).	Teknik Informatika	2
3	2012	Counselor ICTPura untuk Kabupaten Sidoarjo dan Kota Mojokerto	Depkominfo	6

4	2013	Pemanfaatan IT untuk Optimasi Produksi dan Pemasaran pada UKM Kerajinan Sulaman di Surabaya dan sekitarnya	BOPTN	20
5	2013	Implementasi Program Laporan Akuntansi Dasar dan Pelatihan Excel, Powerpoint serta Internet untuk Unit Pengelola Keuangan Badan Keswadayaan Masyarakat (BKM) Ngagel Rejo Mulyo	BOPTN	20
6	2015	IbM guru-guru dan pengelola PAUD	BOPTN	19

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1	Rancang Bangun Optimasi Kebutuhan Bahan Baku menggunakan Algoritma Wagner-Within	Volume 7, Nomor 4, ISSN 1412-6389	JUTI, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi
2	Penyelesaian Masalah Penjadualan Flowshop Fleksibel 3 Tahap untuk N-Job dengan Algoritma Outer dan Inner Game	Volume 4 No. 2, ISSN 0216-0544	Jurnal Kursor
3	Kombinasi Metode Sintesis Tekstur dan Metode Image Painting untuk Restorasi Citra	Volume V, Nomor 1, Februari 2010	Jurnal SCAN

4	Implementasi Pengembangan Metode Differential Evolution untuk Clustering Pixel	Volume 9, Nomor 2, Juli 2011	JUTI, Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi
5	Pendekatan Algoritma Heuristik dan Neural Network untuk Screening Test pada Urinalysis	Vol. 1 No. 2 Des 2013	Jurnal Cybernatika ITB

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral pada Pertemuan/Seminar Ilmiah dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	SNATI 2009, Yogyakarta	Simulasi Evakuasi Keadaan Darurat: Studi Kasus Apartemen XYZ, Surabaya. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi	20 Juni 2009, UII
2	SNATIKA 2011, Malang	Uji Bilangan Acak dari Fungsi Pembangkit Bilangan Acak pada Bahasa Pemrograman JAVA. Seminar Nasional Teknologi, Informasi, Komunikasi dan Aplikasinya	11 Nopember 2011, STIKI
3	KNS&I	Klasifikasi <i>Event</i> Pada <i>Process Logs</i> Menggunakan Model Regresi Logistik	Pebruari 2012, STIKOM Bali

4	SENTIKA, Yogyakarta	Klasterisasi Data Diskrit Menggunakan Algoritma Multinomial Generalized Dirichlet Mixture Pada Citra	Juni 2012, Atmajaya
5	SEMANTIK	Penentuan Jenis Fumigasi Dengan Menggunakan Metode Decision Tree	23 Juni 2012, Semarang
6	SNATIA	Pendekatan Algoritma Heuristik dan Neural Network untuk Screening Test pada Urinalysis	21 September 2013, Universitas Surabaya
7	Seminar Nasional Sains & Teknologi V, Lampung	Perangkat Lunak untuk deteksi Jumlah Kendaraan di Jalan dengan Transceiver SRF02	19-20 November 2013, Universitas Lampung
8	DISC	Optimasi Permasalahan Penugasan Dokter Menggunakan Representasi Graf Bipartit Berbobot	3-4 Oktober 2014, Universitas Maranatha
9	ITECHS 2014	Implementasi metode integer programming untuk penjadualan tenaga medis pada situasi darurat berbasis aplikasi mobile	Desember 2014, STIKI Malang
10	ICTS 2015		September 2015, ITS Surabaya

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah halaman	Penerbit
-	-	-	-	-

H. Pengalaman Perolehan HKI dalam 5 - 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Metode Penemuan Kembali Citra Berbasis Pengenalan Objek Dan Estimasi <i>Kansei</i>	2008	Paten	P00200800224

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat
1	-	-	-	-

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 Tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Dosen berprestasi III	Fakultas	2008
2	Penyaji Makalah Terbaik pada Seminar Hasil Penelitian Dosen Muda, Regional VII Jawa Timur	LPPM ITS	2008

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penelitian Program Pasca Sarjana Dana Lokal ITS.

Surabaya, 6 Maret 2017

Pengusul,

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, enclosed within a large, horizontal oval shape.

Ahmad Saikhu, S.Si, MT.
NIP:197107182006041001