



**Peran Strategis Matematika Komputasi dan  
*Data Science* dalam Era Multidisipliner  
*Bioinformatics, Big Data* dan *Artificial  
Intelligence***

**ALHADI BUSTAMAM**

Pidato pada Upacara Pengukuhan sebagai  
**Guru Besar Tetap Bidang Ilmu Matematika Komputasi**  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Indonesia

Depok, 6 Agustus 2022

Buku Pidato Pengukuhan Prof. Alhadi Bustamam, S. Si, M. Kom, Ph. D dapat didownload melalui link berikut.



*Bismillahirrahmanirrahim,*

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,*

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua,

Yang terhormat,

- Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia,
- Direktur Jenderal Sumber Daya Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan Anggota Majelis Wali Amanat Universitas Indonesia,
- Rektor dan Para Wakil Rektor Universitas Indonesia,
- Ketua dan Anggota Senat Akademik Universitas Indonesia,
- Ketua dan Anggota Dewan Guru Besar Universitas Indonesia,
- Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Dekan dan Wakil Dekan di Lingkungan Universitas Indonesia,
- Ketua dan Anggota Senat Akademik di Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Ketua, Sekretaris dan Anggota Dewan Guru Besar Fakultas FMIPA UI
- Pimpinan Departemen, Kaprodi di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Guru Besar Tamu,
- Teman sejawat Dosen, karyawan, dan mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia,
- Keluarga, Kerabat, dan Seluruh Hadirin yang saya muliakan.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankan saya mengajak hadirin sekalian untuk memanjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas berkat rahmatnya kita semua dapat hadir pada acara pengukuhan Guru Besar hari ini di Universitas Indonesia. Tidak lupa, shalawat dan salam kita sampaikan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Perkenankan juga saya mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia yang dalam hal ini diwakili oleh Bapak Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah memberikan kepercayaan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar Bidang Ilmu Matematika Komputasi pada Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Tak luput juga saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rektor Universitas Indonesia atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyampaikan pidato pengukuhan di hadapan sidang yang terhormat.

*Hadirin yang saya muliakan,*

Izinkanlah saya menyampaikan pidato pengukuhan saya sebagai Guru Besar Tetap dalam bidang Ilmu Matematika Komputasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia yang berjudul:

**“Peran Strategis Matematika Komputasi dan *Data Science* dalam Era Multidisipliner  
*Bioinformatics, Big Data dan Artificial Intelligence*”**

# **Peran Strategis Matematika Komputasi dan *Data Science* dalam Era Multidisipliner *Bioinformatics*, *Big Data* dan *Artificial Intelligence***

Alhadi Bustamam

*Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences (FMIPA),  
Universitas Indonesia Depok 16424, Indonesia*

Pada pidato ini saya akan membahas perkembangan matematika komputasi dan *data science* suatu ilmu yang sedang berkembang pesat menjadi multidisipliner yang berkaitan erat dengan Revolusi Industri 4.0 yang kami aplikasikan pada *Bioinformatics*, *Big Data* dan *Artificial Intelligence* (AI). Saya ingin mengangkat hal ini karena terkait dengan kebutuhan dalam permasalahan di bidang *life science*, kesehatan, dan entrepreneurship.

Pidato pengukuhan Guru Besar saya akan meliputi 5 bagian pemaparan yaitu:

1. Pendahuluan
  - Matematika Komputasi dan *Data Science*
  - *Bioinformatics*
  - *Big Data Analytics*
  - *Artificial Intelligence* (AI)
2. Aplikasi dan Terapannya di bidang *Healthcare* dan *Telemedicine*
3. Aplikasi dan Terapannya di bidang *Entrepreneurship*
4. Prospek Pengembangan Riset Matematika Komputasi dan *Data Science* dalam Era Multidisipliner *Bioinformatics*, *Big Data* dan *Artificial Intelligence* dan Tantangannya
5. Penutup

## 1. Pendahuluan

*Hadirin yang saya hormati,*

Sedikit bercerita tentang perjalanan saya dalam menimba ilmu, bahwa program sarjana saya raih pada tahun 1996 di Departemen Matematika FMIPA Universitas Indonesia dengan peminatan matematika komputasi. Matematika merupakan ilmu dasar yang dibutuhkan hampir semua bidang ilmu. Jenjang magister saya selesaikan di bidang ilmu komputer pada tahun 2002 di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia dan saya tertarik dengan topik komputasi paralel. Ketertarikan saya ini berlanjut hingga menjadi topik riset saya ketika melanjutkan studi S3 di University of Queensland Australia yaitu menerapkan komputasi paralel pada kasus bioinformatika. Sebagaimana diketahui, Universitas Indonesia adalah salah satu kampus yang sangat kuat risetnya dalam bidang *life science* dengan *backbone*-nya rumpun ilmu kesehatan yang dimotori oleh Fakultas Kedokteran bersama fakultas-fakultas lainnya dan bidang-bidang terkait. Sehingga dalam mendukung riset bidang *life science* dan ilmu kesehatan ini, peran matematika dan komputasi akan mendapatkan tempat dan porsi yang lebih besar penerapannya di masyarakat khususnya dunia kesehatan dan industri.

Sepulang dari Queensland, Australia, saya dengan teman-teman dosen di Departemen Matematika mulai menginisiasi terbentuknya *Bioinformatics and Advanced Computing Laboratory* (BACL) pada tahun 2012 dan dengan konsisten menerapkan serta memperkuat riset-riset di bidang *life science* dan *bioinformatics*. Hal ini berlanjut selama saya menjadi Dosen, Pimpinan Fakultas FMIPA UI (2011-2014), Ketua Departemen Matematika (2014-2018 dan 2022 - 2024), dan Kaprodi S2 Matematika (2018-2022). Bidang penelitian ini akhirnya berkembang lebih lanjut dan berkolaborasi dengan banyak bidang ilmu lain yang terkait secara multidisipliner menjadi ilmu data (*data science*) yang juga berkembang pesat di seluruh dunia, sehingga pada tahun 2018 saya bersama rekan-rekan sejawat diminta oleh Fakultas FMIPA UI untuk mendirikan *Data Science Center* (DSC) sebagai unit di bawah Lembaga Sains Terapan (LST) Unit Kegiatan Khusus (UKK) FMIPA UI. Dalam waktu dekat bidang ini diharapkan akan menjadi cikal bakal pendirian prodi S2 Data Sains di FMIPA UI. Saat ini, penerapan dari *data science* ini sangat pesat dalam mendukung perkembangan bidang *artificial intelligence* (AI) di Indonesia, dan khususnya di Universitas Indonesia. Pada tahun 2022, kita sudah menginisiasi pembentukan *cluster* riset AI di UI yang bekerjasama dengan semua fakultas yang terkait sebagai bagian dari *Science Technology and Innovation Park* (STIP) UI.

Berkembangnya zaman hingga di era Revolusi Industri 4.0 ini membuat semua bidang melibatkan digitalisasi data, tidak terkecuali di bidang kesehatan. Di sinilah ada peran *data science* yang merupakan kombinasi dari bidang ilmu matematika, komputer dan *domain*

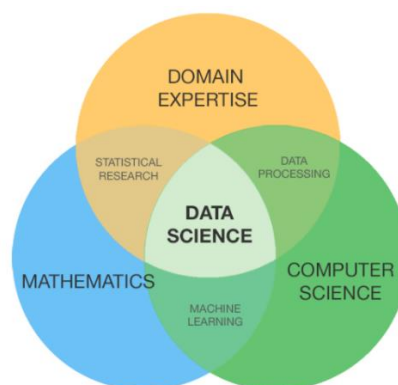
*expertise* terkait dengan ilustrasi pada Gambar 1. Karena beberapa ilmu bisa dikolaborasikan, maka keberadaan *data science* menjadi salah satu ilmu multidisipliner yang sangat pesat perkembangan dan terapannya terutama di awal abad ke 21 ini sebagai salah satu solusi yang sangat handal untuk membentuk kolaborasi yang kuat antar berbagai bidang termasuk akademisi dari sisi bidang ilmu, industri, pemerintahan dan bidang terkait lainnya dari sisi *domain expertise*-nya. Sehingga hal ini mendorong terbentuk kerjasama dan penelitian kami dengan berbagai pihak terkait seperti lembaga Eijkman, IMERI-FK UI, RSCM, RSUI, UMG Idealab, GRM, Aksaramaya, SAMSUNG R&D Indonesia dan bidang-bidang ilmu terkait seperti Ilmu Komputer, Biologi, Kedokteran, Farmasi, Asuransi dan lain-lain, bahkan kerjasama internasional seperti SATREPS dengan RIKEN Jepang dan MIRA dengan MIT USA.

*Hadirin yang saya hormati,*

Berikut akan dijelaskan mengenai peran Matematika Komputasi dan *Data Science* dalam era multidisipliner khususnya *Bioinformatics*, *Big Data Analytics*, dan *Artificial Intelligence* dalam penelitian yang telah saya lakukan.

### **Matematika Komputasi dan *Data Science***

Matematika komputasi merupakan cabang ilmu matematika untuk menyelesaikan masalah-masalah yang melibatkan pengelolaan, pengolahan dan analisis data secara komputasi dengan menggunakan algoritma, metode numerik dan bantuan beberapa bahasa pemrograman serta mesin komputasi. Matematika komputasi merupakan salah satu pilar utama dari *Data Science* dan terapannya di bidang *Bioinformatics*, *Big Data* dan *Artificial Intelligence (AI)*. Saat ini, matematika komputasi merupakan salah satu bidang minat utama di Departemen Matematika pada Program Studi Sarjana Matematika. Matematika komputasi ini juga menjadi pilar utama untuk bidang minat *data science* pada Program Studi Magister Matematika.



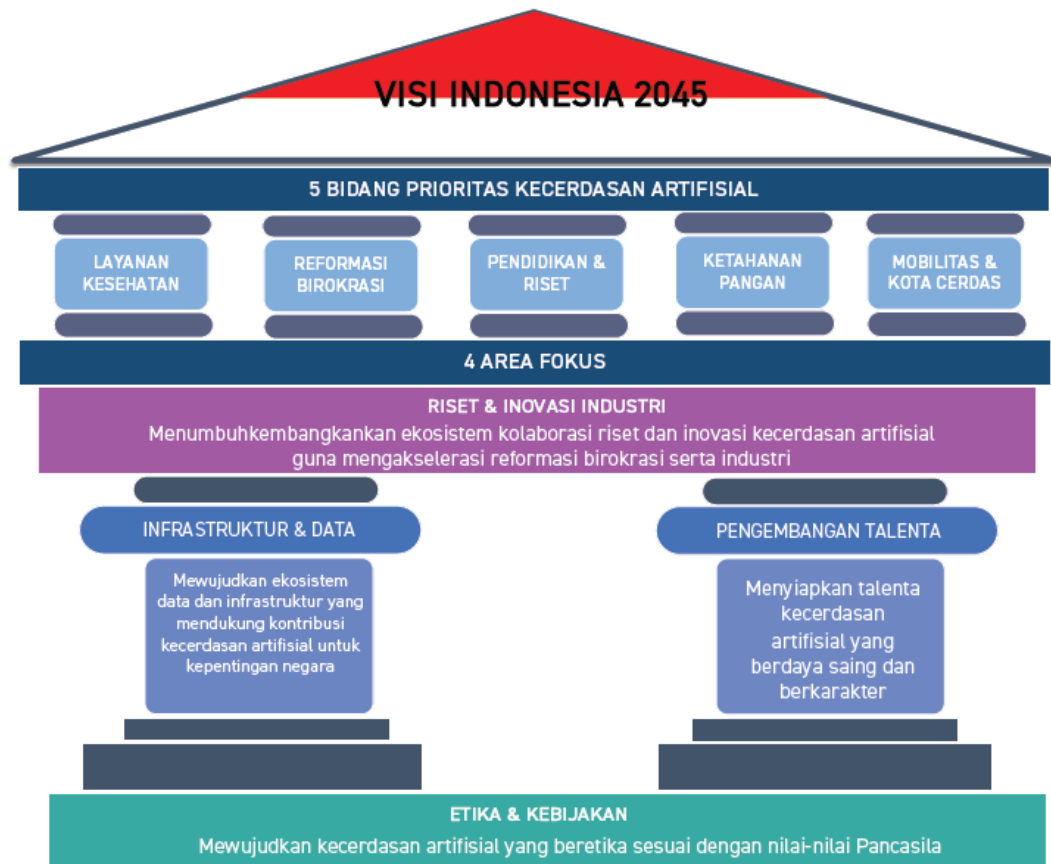
Gambar 1. Area *data science* (Palmer & Shelly, 2015)

Diagram Venn yang disajikan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa irisan dari ilmu matematika dan ilmu komputer adalah *machine learning*, kemudian irisan dari matematika dan bidang keahlian tertentu (*domain expertise*) adalah penelitian statistika, berikutnya irisan dari ilmu komputer dan *domain expertise* adalah pemrosesan data, serta *data science* merupakan kombinasi dari ketiganya. *Data science* begitu melekat pada kehidupan kita sekarang ini, bahkan sudah ada profesi *data scientist* yang berbeda dengan data analis maupun *data engineer*. Untuk mendukung kemampuan generasi muda Indonesia di bidang ini, kami dari Departemen Matematika FMIPA UI menyediakan peminatan *data science* pada Prodi S2 Matematika dengan studi kasus di beberapa bidang ilmu. Ada studi kasus di bidang kesehatan, farmasi, asuransi, biologi bahkan pertahanan. Proses pembimbingan tugas akhir juga melibatkan praktisi di masing-masing bidang. Peminatan *Data Science* pada Prodi S2 Matematika diharapkan dapat menjadi cikal bakal berdirinya Prodi S2 Data Sains dan Prodi S3 Matematika yang berorientasi pada penerapannya di bidang multidisipliner.

Semakin masif dan majunya teknologi di era globalisasi ini, akan sangat membutuhkan peranan riset dan kerjasama serta teknologi yang berbasis multidisiplin. Salah satu contoh pemanfaatan yang menjadi fokus utama kami dalam bidang riset terkini adalah kolaborasi antara bidang ilmu *data science* dengan bidang *healthcare* (kedokteran, farmasi, kesehatan masyarakat), dan bidang *entrepreneurship* (ekonomi, aktuarial, *management*). Tujuan terciptanya kolaborasi berbasis multidisiplin, telah memiliki dampak yang signifikan terhadap peran *data science* di masa kini, beberapa hasil yang telah terbukti dari penelitian berbasis multidisiplin adalah pendeteksian penyakit menggunakan citra fundus retina, deteksi penyakit COVID-19 menggunakan data *image*, membangun *platform computing* dengan tujuan meningkatkan kepuasan pengguna dan efisiensi biaya kegiatan penemuan obat *In Silico* (Paradisa, et.al, 2021; Hastuti et.al, 2021; Suhartanto, et.al, 2014).

Alhamdulillah saat ini *artificial intelligence* yang didukung oleh *data science* sebagai *backbone*-nya telah mendapat dukungan yang sangat luas dari pemerintah. Bahkan, arahan teknologi *Artificial Intelligence* di Indonesia tertuang di visi Indonesia 2045 tentang *Artificial Intelligence* dan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa kecerdasan buatan atau *artificial intelligence* dan infrastruktur data merupakan tiang atau pilar utama dari visi Indonesia 2045. Saat ini, kita sudah mulai menjalankan kerjasama yang lebih luas tidak hanya pada bidang-bidang terkait *life science*, dan kesehatan namun juga pada bidang *digital content* dan *big data analytics*, bidang *insurance* dan *finance*, bidang pertanian dan perkebunan, bidang meteorologi dan geofisika dan bidang lainnya.

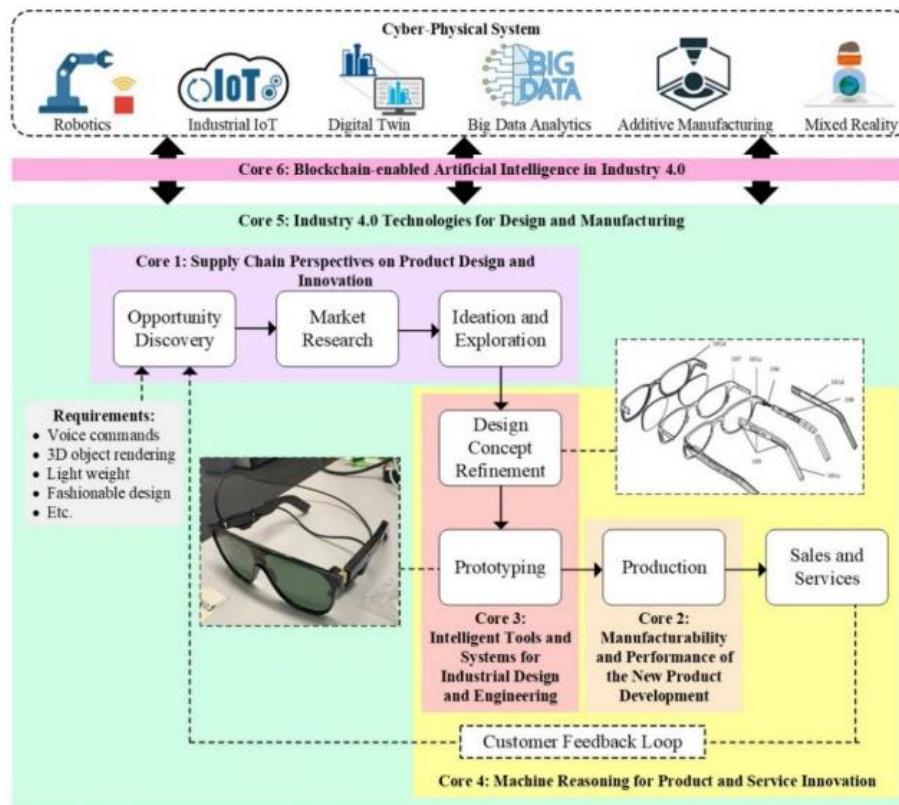




Gambar 2. Visi Indonesia 2045 (Kementerian PPN, 2019)

Secara ringkas, kedepannya akan ada enam inti (*core*) bidang *data science* dan AI yang akan menjadi perhatian besar kita dimasa mendatang untuk membangun AI di industri 4.0 mulai dari *product design and innovation* (*Core 1*) hingga *blockchain* (*Core 6*) (lihat Gambar 3), berikut detail masing-masing *Core*-nya:

- *Core 1: Supply chain perspectives on product design and innovation*
- *Core 2: Manufacturability and performance of the new product development*
- *Core 3: Intelligent tools and systems for industrial design and engineering*
- *Core 4: Machine reasoning/industrial intelligence for product and service innovation*
- *Core 5: Industry 4.0 technologies for design and manufacturing*
- *Core 6: Blockchain-enabled artificial intelligence in industry 4.0*



Gambar 3. Enam Core Utama Pengembangan AI di Industri 4.0 (Dahl, et al, 2014).

### ***Bioinformatics***

*Bioinformatics* adalah bidang interdisipliner yang berfokus pada penerapan matematika komputasi, statistik dan *life science* dalam mengelola dan menafsirkan data biologis (Luscombe, et al., 2001). Aplikasi dan penelitiannya meliputi analisis data genomik, anotasi genom, pelipatan molekul, prediksi gen/protein, dan sekuens molekuler. Ini juga mencakup pengembangan *database* dan sistem manajemen data, perangkat lunak dan alat analisis (Zomaya, 2015). Jumlah data yang belum pernah ada sebelumnya terus berkembang dengan sangat cepat dalam skala yang masif yang dihasilkan oleh *healthcare*, genomik dan penelitian biomedis setiap hari yang menjadi sumber data bidang dalam bioinformatika. Data tersebut terdiri dari laporan klinis, urutan genom, profil ekspresi gen, laporan literatur biomedis, gambar medis dan data sensor untuk beberapa nama. Per Desember 2015, Institut Bioinformatika Eropamengelola sekitar 75 petabyte gen, protein, dan data molekul kecil (Cook, et al., 2016), sedangkan PubMed menyimpan sekitar 24,6 juta catatan literatur biomedis (PubMed). Dengan kecepatan ini, diharapkan 25.000 petabyte (1 petabyte = 106 gigabyte) data akan dihasilkan pada tahun 2022 di domain layanan kesehatan (Feldman et al., 2012).

*Bioinformatics* sedang melompat menuju era baru “*big data*” dengan menghasilkan data besar di kehidupan sehari-hari. Salah satu contohnya adalah dalam penelitian *genomics*.

Penyelesaian *Human Genom Project* (HGP) di awal tahun 2000-an sampai sekarang telah membuka jalan bagi tren terbaru dalam sekuensing genom (Venter, 2001). Pertumbuhan *big data* dalam bioinformatika selama bertahun-tahun telah menghasilkan banyak sekali kesempatan bagi peneliti untuk menambang pengetahuan yang tersembunyi dalam data mentah. Pemodelan aplikasi bioinformatika multifaset dan penerapan *data science* dilakukan sebagai metode pengembangan untuk mengatasi kompleksitas dan heterogenitas, sehingga dengan adanya komputasi tingkat tinggi atau *High Performance Computing* (HPC) dapat membantu memudahkan kinerja dalam berbagai aspek, salah satunya pada bidang bioinformatika.

Kami telah melakukan penelitian terkait bioinformatika menggunakan data dalam jumlah yang besar dengan metode parallel *Markov clustering* pada GPU menggunakan CUDA dan ELLPACK-R (Bustamam, 2012). Selain itu juga, teknik analisis dalam bioinformatika mayoritas menggunakan metode *machine learning* dengan algoritma yang berbeda diterapkan pada kumpulan data untuk menghasilkan model statistik atau matematis, seperti algoritma *clustering* dan *biclustering*.

Algoritma *clustering* adalah algoritma *unsupervised learning* yang mengelompokkan data ke dalam *cluster-cluster* sehingga masing-masing anggota dari satu *cluster* memiliki karakteristik yang sama (Oti, et al.,2021). Pengelompokan data adalah topik penelitian yang penting dan memiliki aplikasi di berbagai bidang seperti statistika, *data mining*, ilmu komputer, pengenalan pola, pemrosesan citra, pemasaran, psikiatri, dll. (Everitt, et al.,2011). Pengelompokan dilakukan atas dasar kesamaan atau jarak dan merupakan salah satu pendekatan terbaik dari analisis multivariat dan metodologi umum untuk analisis data statistik (Oti, et al.,2021). Analisis *cluster* dapat dibagi menjadi dua kelompok utama berdasarkan struktur *output*-nya, yaitu metode *hierarchical* dan *nonhierarchical (Partitioning) clustering*.

Salah satu pendekatan metode *non-hierarchical clustering (partitioning)* adalah *K-Means clustering*. Diberikan himpunan data  $x_n$ ,  $n = 1$  sampai  $N$ . Misal terdapat  $K$  kelompok dengan *centroid* adalah  $\mu_k$ ,  $k = 1$  sampai  $K$ . Setiap data  $x_n$  memiliki suatu variabel indikator  $r_{nk} \in \{0,1\}$ ,  $\sum_k r_{nk} = 1$

$r_{nk} = 1$  berarti bahwa data  $x_n$  dikelompokkan ke klaster  $k$

$r_{nk} = 0$  berarti bahwa data  $x_n$  tidak dikelompokkan ke klaster  $k$

Selanjutnya, jumlah jarak masing-masing data ke centroid dapat dinyatakan sebagai:

$$J = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K r_{nk} \|x_n - \mu_k\|^2 \quad (1)$$

Sehingga, penyelesaian masalah *clustering* dengan menggunakan metode *k-means* menjadi:

$$\min_{\mu_k, r_{nk}} J = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K r_{nk} \|x_n - \mu_k\|^2 \quad (2)$$

Permasalahan pada persamaan (1) dan (2) dapat diselesaikan secara iteratif, yaitu:

1. Inisialisasi  $\mu_k$
2. Lakukan dua langkah berikut sampai  $r_{nk}$  dan  $\mu_k$  konvergen
3. Menentukan  $r_{nk}$  yang meminimumkan  $J$  dengan  $\mu_k$  konstan
4. Menentukan  $\mu_k$  yang meminimumkan  $J$  dengan  $r_{nk}$  konstan

Salah satu teknik *non-hierarchical (partitioning) clustering* telah kami terapkan adalah menganalisis *phylogenetic* pada virus Ebola (Muradi, H., et.al, 2015). Pada beberapa penelitian lain yang telah kami lakukan dengan menerapkan teknik *clustering*, antara lain jaringan interaksi protein pada gen kandidat faktor risiko skizofrenia (Ginanjari, R., et.al, 2016), pengelompokan sekuens DNA virus Hepatitis B (HBV) (Bustamam, et.al, 2017), *clustering* jaringan interaksi protein dari protein tumor suppressor TP53 (Permata & Bustamam, 2015), menganalisis hubungan genetik MERS-CoV (Bustamam, et.al, 2017), menganalisis SARS-CoV 2 DNA (Banjarnahor, E., et.al, 2021), menganalisis hubungan genetik pada sekuens DNA SARS-CoV-2 (Banjarnahor, E., et.al, 2021), mendeteksi penyakit Alzheimer (Sarwinda & Bustamam, 2016), menganalisis interaksi protein pada virus korona (Bustamam, et.al, 2018), menganalisis interaksi protein pada SARS-COV-2 dan virus korona lainnya (Pratiwi, et.al, 2021),

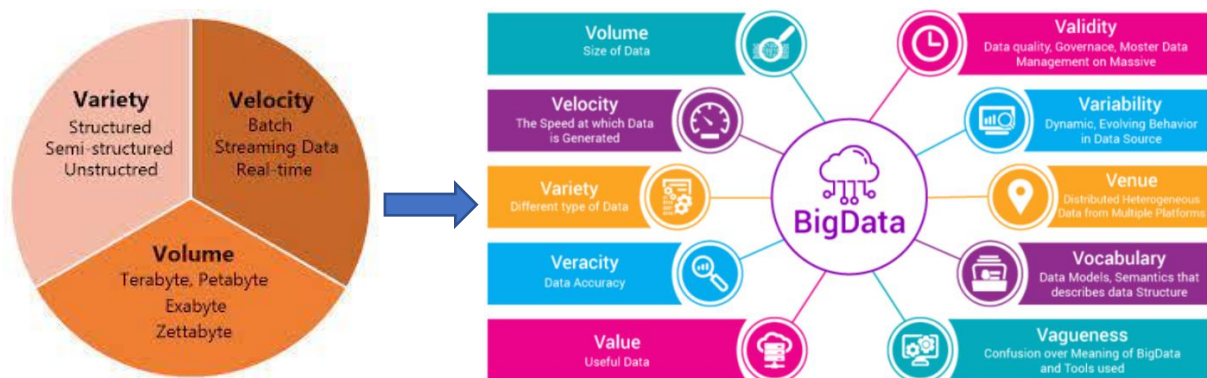
Sedangkan, teknik *biclustering* adalah salah satu teknik *data mining* yang sangat berguna untuk mengidentifikasi pola data ekspresi gen *microarray*. Sebuah *bicluster* dari dataset ekspresi gen adalah subset dari gen, yang menunjukkan pola ekspresi yang sama sepanjang subset dari kondisi-kondisinya. Pada proses *biclustering*, tidak hanya berdasarkan suatu objek yang dikelompokkan, namun kondisi atau sampel pada objek tersebut juga diperhatikan dalam proses membentuk *bicluster*. Teknik *biclustering* ini sudah kami terapkan pada data ekspresi gen tumor *Carsinoma* (Ardaneswari, et.al, 2017), menganalisis data ekspresi gen pada diabetes mellitus (Kafi, et.al, 2021), data *microarray diabetic nephropathy* dan *diabetic retinopathy* (Siswantining, et.al, 2021), interaksi protein antara protein HIV-1 dan protein manusia (Swasti, et.al, 2019), interaksi antara protein manusia dan protein HIV-1 menggunakan *database* NCBI (Tampubolon, et.al, 2019), menentukan korelasi pada data ekspresi gen penyakit Alzheimer (Setyaningrum, et.al, 2019), *diabetic retinopathy microarray data* menggunakan *similarity* algoritma *biclustering* (Zubedi, et.al, 2021).

Hadirin yang saya muliakan,

Berikutnya saya akan menjelaskan mengenai peran dari *Big Data* dan *Artificial Intelligence*.

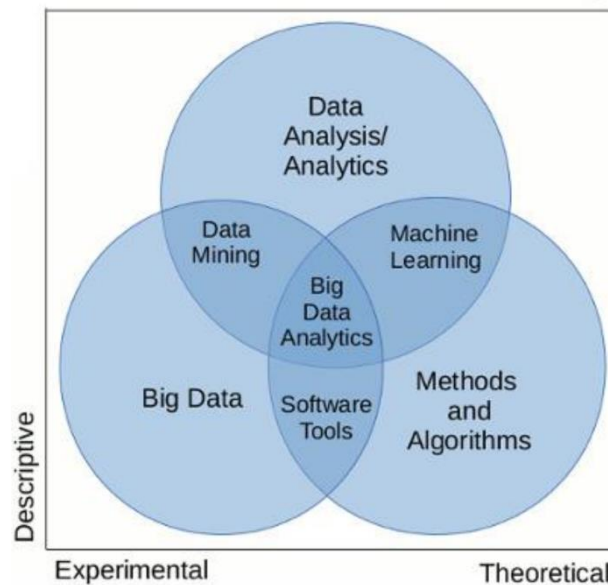
### **Big Data**

*Big data* adalah kumpulan data yang sangat besar, kompleks dan terus bertambah setiap waktu. Ciri atau ragam *big data* pun berkembang mulai hanya 3V (*volume, velocity, dan variety*) hingga menjadi 10V (*volume, velocity, variety, veracity, value, validity, variability, venue, vocabulary dan vagueness*) seperti yang tertera pada Gambar 4.



Gambar 4. Perkembangan Big Data dari 3V ke 10V (Wibowo, 2018)

*Big Data Analytics* merupakan teknik analitik tingkat lanjut terhadap fenomena kumpulan data yang besar dan beragam, mencakup data terstruktur, semi-terstruktur dan tidak terstruktur dari berbagai sumber dan dalam berbagai ukuran berbeda, mulai *terabyte* hingga *zettabytes*. Banyak ragam metode dalam *big data analytic*, termasuk di dalamnya *data mining, machine learning, deep learning* dimana *basic tools*-nya adalah matematika, statistika, *data science*, dan ilmu komputer. *Big data* dengan bantuan *data science* akan sangat memberi dampak yang besar untuk menemukan pengetahuan baru atau informasi yang tersembunyi dari data yang sangat beragam tersebut (lihat Gambar 5), yang nantinya dapat diterapkan untuk pengembangan aplikasi AI terkait.



Gambar 5. Hubungan *Data Science* dan *Big Data* (Fernandez, 2018)

Kami telah melakukan beberapa riset terkait penerapan *big data analytics* seperti *Artificial intelligence paradigm for ligand-based virtual screening on the drug discovery of type 2 diabetes mellitus* (Bustamam, et.al, 2021). Hasil penelitian ini terkait penyakit Diabetes tipe 2, salah satu penyakit kronis yang tumbuh paling cepat karena penurunan fungsi insulin dan sekresi insulin. Inhibitor *Dipeptidyl Peptidase-4* (DPP-4) baru perlu dikembangkan untuk digunakan sebagai agen dengan efek samping yang rendah untuk pengobatan diabetes mellitus tipe 2. Penelitian ini berhasil membangun model *quantitative structure-activity relationship* (QSAR) menggunakan paradigma kecerdasan buatan menggunakan algoritma *Rotation Forest* dan *Deep Neural Network* (DNN) (Bustamam, et al., 2021).

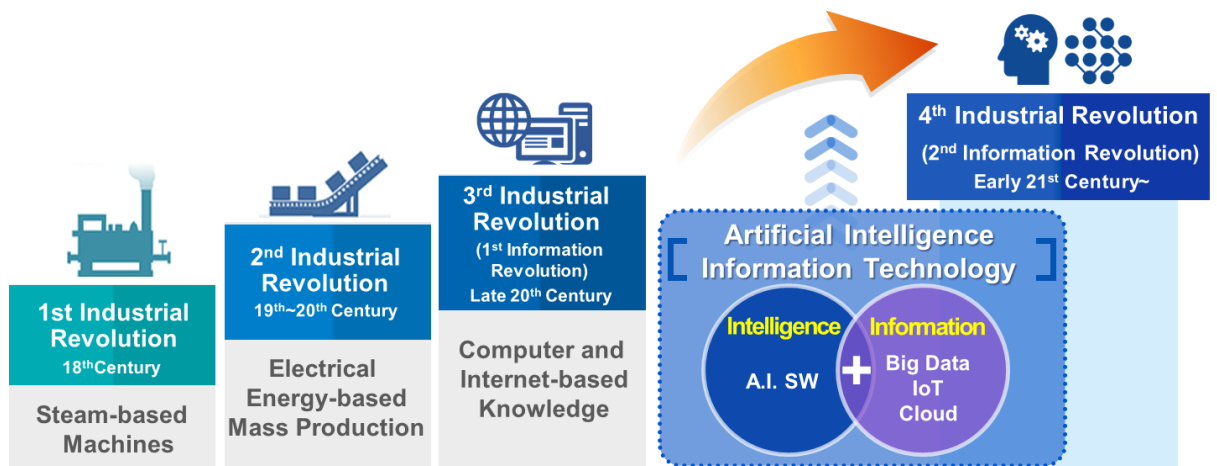
### ***Artificial Intelligence (AI)***

*Hadirin yang saya hormati,*

Pada era revolusi industri 4.0 berdasarkan visi misi AI di Indonesia, AI memiliki peran yang sangat penting pada beberapa sektor. *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan merupakan kemampuan sistem untuk menafsirkan data eksternal dengan benar, untuk belajar dari data tersebut, dan menggunakan pembelajaran tersebut guna mencapai tujuan dan tugas tertentu melalui adaptasi yang fleksibel (Kaplan & Haenlin, 2019). Sistem seperti ini umumnya dianggap komputer. Kecerdasan diciptakan dan dimasukkan ke dalam komputer agar dapat melakukan pekerjaan seperti yang dapat dilakukan manusia. Beberapa macam bidang yang menggunakan kecerdasan buatan antara lain sistem pakar, robotika, *bioinformatics*, *intelligence healthcare*, *natural language processing*, *computer vision*, *smart city* dan lain-lain. Secara teknis, AI adalah model statistik yang digunakan untuk mengambil keputusan dengan

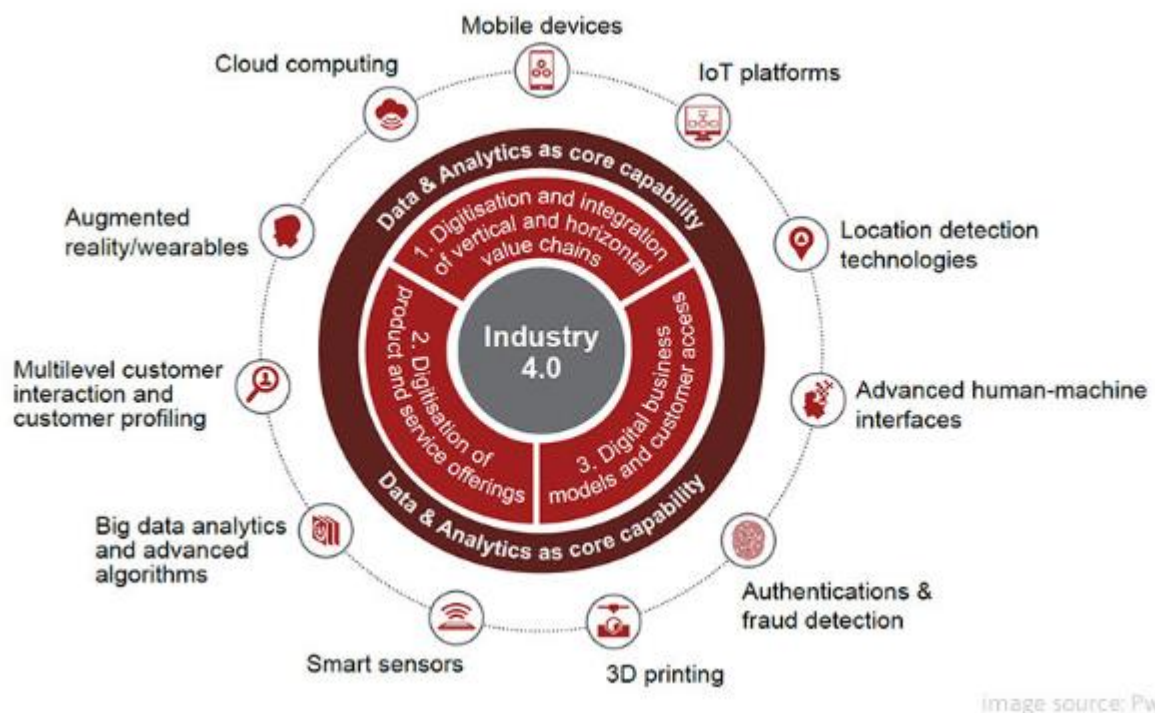


menggeneralisir karakteristik dari suatu objek berbasis data yang kemudian dipasang di berbagai perangkat elektronik.



Gambar 6. Era Revolusi yang melibatkan AI (Kementerian PPN, 2019)

Pada Gambar 6 terlihat perkembangan yang pesat pada aplikasi AI dimulai pada awal abad ke-21, akibat dari perkembangan yang sangat masif pada *big data*, *Internet of Thing* (IoT), dan *cloud computing* yang menghasilkan revolusi industri 4.0 menuju revolusi industri 5.0. Sementara itu, pada Gambar 7 terlihat hampir semua bidang tidak bisa dipisahkan dari perkembangan revolusi industri 4.0 tersebut.



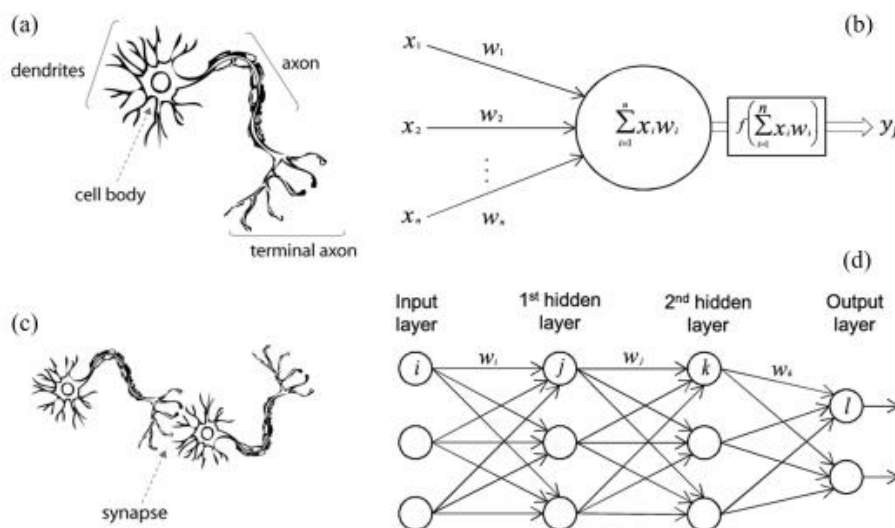
Gambar 7. Strategi Nasional Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) (Kementerian PPN, 2019)

AI diterapkan dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) dengan kasus *supervised learning* dan *unsupervised learning*. *Supervised learning* dibagi menjadi dua pembelajaran yaitu pembelajaran dengan target berupa kelas (klasifikasi) dan berupa bilangan riil (regresi) (Kaplan & Haenlin, 2019). Sedangkan untuk *unsupervised learning* pembelajaran dengan tanpa target kelas.

### Metode Klasifikasi

Klasifikasi sebagai teknik *supervised learning* yang sangat populer di *Data Mining*. Proses klasifikasi memprediksi target (kelas fitur sasaran) yang ditentukan *user* berdasarkan kelas fitur lain, yang dikenal sebagai fitur prediktif. Adapun metode klasifikasi yang sering digunakan adalah *Artificial Neural Network* dan pendekatan *deep learning* seperti metode *Convolutional Neural Network (CNN)*, *Deep Neural Network (DNN)* dan *Recurrent Neural Network* (contoh: LSTM, mLSTMs, LSTMs *With Attention*, BiLSTM, GRU, BiGRU, RNN-LSTM, CNN-LSTM, dan lain - lain).

*Artificial Neural Network (ANN)* merupakan salah satu metode *machine learning* yang terinspirasi dari cara kerja syaraf manusia. Jaringan syaraf tersebut terdiri dari satuan unit disebut dengan neuron. Dimana terdapat bagian pada neuron yaitu dendrit yang berfungsi untuk menerima *input* berupa rangsangan sinyal dan menghasilkan *output* hingga mengalirkan informasi ke neuron lainnya melalui konektor yang disebut dengan sinapsis (Elgendy, 2020) seperti yang dijelaskan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Neuron biologis dibandingkan dengan jaringan saraf buatan: (a) neuron manusia; (b) *artificial neural*; (c) jaringan saraf biologis; dan (d) *Artificial Neural Networks* (Meng, et al., 2020).



Formula matematis dari *neural network* dapat direpresentasikan pada persamaan (3). Dimana  $x_i$  adalah *input* ke  $i$ ,  $w_{ji}$  merupakan bobot yang terhubung ke neuron  $j$ ,  $b_j$  adalah bias,  $f$  merupakan fungsi aktivasi,  $y_j$  merupakan *output* dari neuron.

$$y_j = f\left(\sum_{i=1}^m x_i w_{ji} + b_j\right) \quad (3)$$

Lebih lanjut bahwa bobot merupakan sarana utama penyimpan suatu informasi, sementara itu *neural network* mempelajari informasi baru dengan cara memperbaharui bobot sedemikian sehingga dapat meningkatkan akurasi pada prediksi (Patterson & Gibson 2017). Bias adalah sebagai *intercept* yang ditambahkan pada kombinasi linear antara input  $x_i$  dan bobot  $w$ , sebagai parameter tambahan untuk memungkinkan model dapat lebih fleksibel dalam memodelkan data. Serupa seperti bobot, bias juga diperbaharui ketika pada tahap *training* (Ciaburro, 2017). Sementara, fungsi aktivasi bertujuan untuk mengubah suatu *input* dari neuron menjadi suatu nilai dengan nilai *range* tertentu sehingga dapat memudahkan model dalam menyesuaikan dengan data yang bervariasi (Zayegh & al Bassam, 2018). Sedangkan *deep learning* merupakan pendekatan *machine learning* yang memiliki sistem kerja seperti otak manusia (Goodfellow, et al, 2016). Algoritma pembelajaran ini memiliki banyak lapisan (*layer*) secara berurutan sehingga dapat merepresentasikan data. Pada *deep learning* representasi lapisan (*layer*) dipelajari dengan model *Neural Network*.

Berikut beberapa penelitian yang telah kami lakukan terkait klasifikasi menggunakan pendekatan *machine learning* dan juga *deep learning* di BACL Departemen Matematika FMIPA UI dan DSC UI antara lain pendeteksian katarak (Triyadi, et.al, 2022), pendeteksian penyakit retina dengan data fundus (Prawira, et.al, 2021), pendeteksian *myopia pathologic* (Himami, et.al, 2021), deteksi *diabetic retinopathy* dengan *fundus image* (Salma, et.al, 2021).

### **Metode Regresi**

Regresi adalah suatu metode analisis yang biasa digunakan untuk melihat pengaruh antara dua atau banyak variabel. Umumnya, analisis regresi digunakan untuk melakukan prediksi atau ramalan. Sedangkan, hubungan variabel tersebut bersifat fungsional yang diwujudkan dalam suatu model matematis. Berikut penelitian yang telah dilakukan terkait regresi yang diterapkan di bidang *bioinformatics*, farmasi, dan geofisika di BACL Departemen Matematika FMIPA UI dan DSC UI antara lain memprediksi nilai IC50 pada komponen *molecular docking* (Hermansyah O, et.al, 2021), prediksi kecepatan angin (Al-Ash, et.al, 2019), prediksi diabetes tipe 2 dalam desain obat (Husna, et.al, 2020).

*Hadirin yang saya hormati,*

Selanjutnya saya akan menjelaskan mengenai aplikasi dan terapan dari Matematika Komputasi, *Data Science*, *Bioinformatics*, *Big Data*, dan *Artificial Intelligence* pada *Telemedicine Healthcare* dan *Entrepreneurship*.

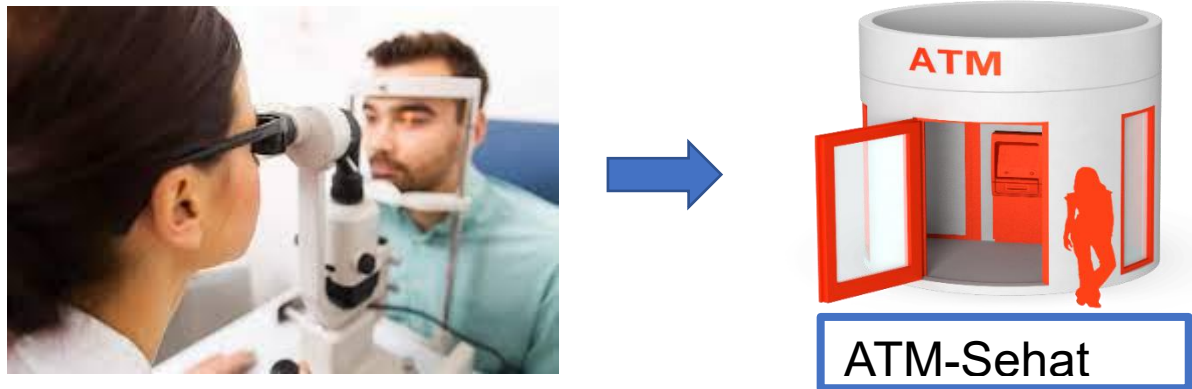
## **2. Aplikasi dan Terapan *Data Science*, *Big Data*, dan *Artificial Intelligence* pada *Telemedicine Healthcare***

*Telemedicine* adalah pemberian pelayanan kesehatan jarak jauh oleh profesional kesehatan dengan menggunakan teknologi informasi dan komunikasi, meliputi pertukaran informasi diagnosis, pengobatan, pencegahan penyakit dan cedera, penelitian dan evaluasi, dan pendidikan berkelanjutan penyedia layanan kesehatan untuk kepentingan peningkatan kesehatan individu dan masyarakat (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2019). Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kesehatan telah menerapkan *Telemedicine* Indonesia dalam rangka penyediaan konsultasi *online* di rumah sakit hingga Puskesmas. Pengembangan *Telemedicine* berbasis *Data Science* dan AI juga sedang dikembangkan di *Bioinformatics and Advanced Computing Laboratory* Departemen Matematika FMIPA UI dan DSC UI.

Adapun pengembangan *Telemedicine* yang telah dan sedang kami kerjakan antara lain membangun aplikasi yang dapat mendeteksi penyakit melalui citra fundus mata, pendeteksian malaria melalui citra sel darah merah, pendeteksian dengue melalui citra sel darah merah dan data lab, pendeteksian penyakit Alzheimer dan Parkinson melalui citra MRI, pendeteksian penyakit kanker (paru-paru, serviks, usus besar) melalui data citra dan data ekspresi gen, pendeteksian penyakit jantung melalui sinyal EKG, pendeteksian dini untuk *stunting* melalui data USG, pendeteksian penyakit Tuberculosis, dan Pendeteksian Kandidat Obat Diabetes Type-2 melalui data senyawa molekul menggunakan pendekatan QSAR.

Berbekal kunjungan dari Massachusetts Institute of Technology (MIT) ketika kami menerima hibah penelitian MIT-Indonesia Research Alliance (MIRA) pada tahun 2019, kami memperoleh informasi bahwa di MIT keuntungan dari hasil riset, royalti dan inkubasi inovasi *start-up* ternyata pendapatan MIT setara dengan pendapatan di urutan ke-10 dari urutan pendapatan negara tertinggi di dunia. Terpacu oleh informasi dari MIT ini, kami mulai mengarahkan riset kami untuk dikembangkan lebih lanjut ke bidang *entrepreneur* seperti hasil riset tentang pendeteksian penyakit (diabetes, kardiovaskular, hipertensi, liver, stroke, katarak, glaukoma, myopia dll) telah dikembangkan lebih lanjut menjadi penelitian citra mata berkolaborasi dengan UMG IdeaLab, IMERI FK UI, RSCM, RSUI, dan UI Advisory dalam membangun *Telemedicine* dengan salah satu *output* berupa ATM sehat seperti pada Gambar 9,

dan bisa dikembangkan lebih lanjut dalam bentuk *API service* untuk aplikasi di layanan primer, klinik, dan rumah sakit di seluruh Indonesia.





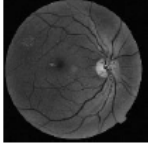
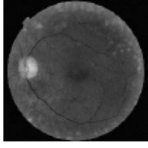
Gambar 9. Pemeriksaan menggunakan funduskopi yang akan diimplementasikan pada ATM-Sehat (Shylma, 2020)

Terkait pendeteksian penyakit melalui citra retina, beberapa penelitian telah kami lakukan antara lain pendeteksian dini penyakit *diabetic retinopathy* melalui *fundus image*. *Diabetic Retinopathy* (DR) dapat menyebabkan kehilangan penglihatan jika pasien tidak mendapatkan pengobatan yang efektif sesuai dengan kondisi pasien. Deteksi dini diperlukan untuk mengetahui pengobatan yang efektif untuk pasien tersebut. Untuk membantu dokter mata, dikembangkan metode deteksi DR berbasis *data science* dan AI. Adapun beberapa penelitian yang telah dikembangkan dalam mendeteksi *diabetic retinopathy* (DR) berbasis *machine learning* dan *deep learning* melalui *fundus image*, yaitu pendeteksian penyakit mata menggunakan *Deep Feature Vectors Concatenation* (Bustamam, 2022), pendeteksian dan klasifikasi DR menggunakan *GoogleNet and Attention Mechanism* (Salma et al., 2021), pendeteksian dan *captioning* DR berbasis *lesion features* menggunakan *deep learning* (Amalia, et al., 2021), diagnosis DR menggunakan *convolutional neural networks variants* (Bustamam, et al., 2021), pendeteksian *multiclass* DR menggunakan CNN dengan *Attention Mechanism* (Salma, et al., 2021), pendeteksian DR menggunakan *Deep CNN* dengan *Visualization of Guided Grad-CA* (Paradisa, 2021), *biclustering diabetic nephropathy and diabetic retinopathy microarray data* menggunakan *similarity-based biclustering algorithm* (Siswantining, et al., 2021), deteksi dan deskripsi serta generasi DR menggunakan CNN dan LSTM (Amalia, et al., 2021), klasifikasi DR menggunakan *Deep Feature Extraction and Classic Machine Learning Approach* (Paradisa, et al., 2020), pendeteksian DR menggunakan pendekatan RFE dan *Chi-*

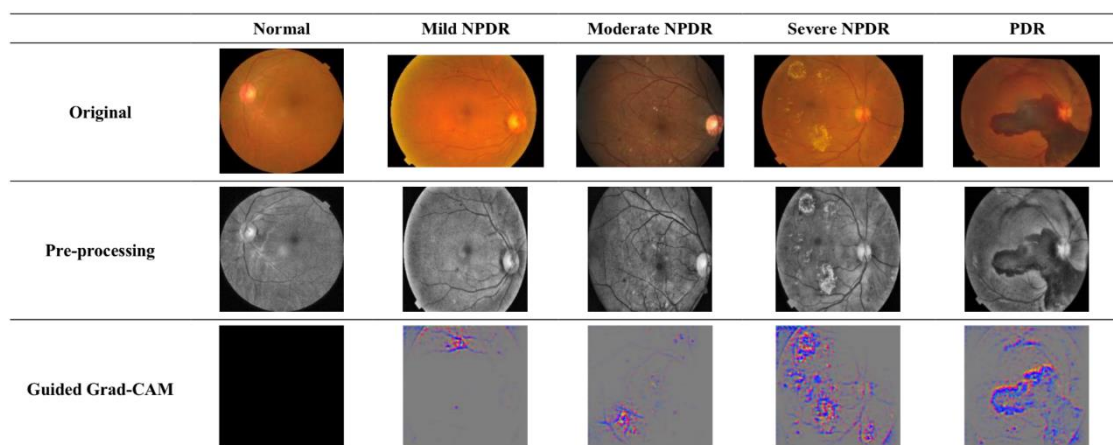
*Square Based Feature Selection* (Alifah, et al., 2020), klasifikasi DR menggunakan pendekatan *shallow learning* (Pansawira et al., 2020), pendeteksian karakteristik DR menggunakan *machine learning* dan *computer vision* (Bustamam, et al., 2020), klasifikasi tahapan DR menggunakan *Histogram of Oriented Gradients and Shallow Learning* (Sarwinda, et al., 2020), perbandingan variabel prediktor kategorikal dan numerik pada metode CART dalam memprediksi faktor yang berhubungan dengan DR pada pasien diabetes mellitus tipe 2 (Hariany, et al., 2018), pendeteksian DR menggunakan *Local Binary Pattern* (Sarwinda, et al., 2017), Analisis *fundus image texture features* pada DR (Sarwinda, et al., 2017), klasifikasi DR melalui *texture features analysis* (Abdillah, et al., 2017).

Seperti pada Tabel 1, pendeteksian *Diabetic Retinopathy* dapat dilakukan pemberian *captioning* dengan pendekatan *deep learning* menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Recurrent Neural Network* (RNN) (Amalia, et.al, 2021). CNN digunakan untuk mendeteksi fitur *lesion* DR, dan RNN digunakan untuk menampilkan informasi (*text/caption*) tentang kondisi-kondisi yang bisa mendukung hasil deteksi penyakit pada citra fundus retina tersebut, berdasarkan fitur *lesion* yang ada. Kami menggunakan tiga model CNN yang telah dilatih sebelumnya, termasuk AlexNet, VGGNet, dan GoogleNet, dan menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai model RNN. Dalam pra-pemrosesan gambar, kami menerapkan peningkatan kontras menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan membandingkan hasilnya dengan tanpa CLAHE. Kami telah melakukan proses pelatihan dan pengujian dengan proporsi data yang berbeda. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode yang kami usulkan dapat mendeteksi fitur lesi dan menghasilkan teks dengan akurasi rata-rata tertinggi 96,12% untuk GoogleNet dan LSTM dengan CLAHE dan proporsi 70% data pelatihan 30% data pengujian.

Tabel 1. *Output* pada Pendeteksian *Diabetic Retinopathy* (Amalia, et. al, 2021)

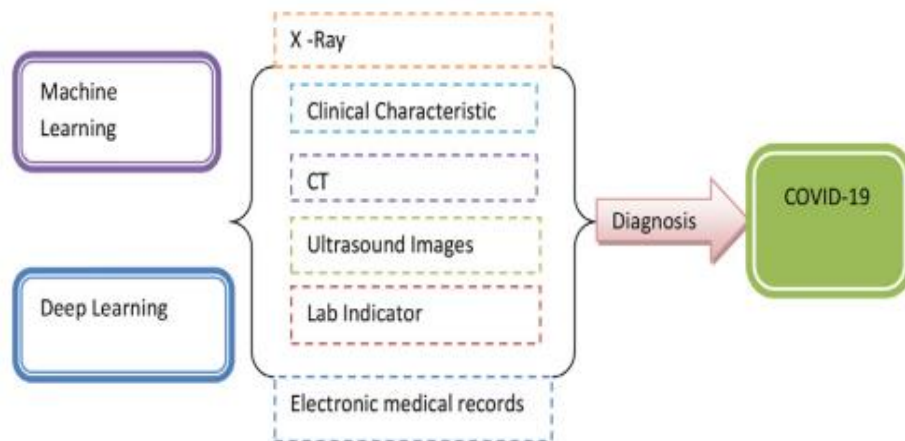
No.	Input	Output	Ground-truth
1		a fundus image contains microaneurysms , hemorrhages , neovascularization .	Normal fundus image
2		normal fundus image .	Normal fundus image
3		this is a normal fundus image .	DR fundus image
4		there are microaneurysms , hemorrhages , and neovascularization in this fundus image .	DR fundus image

Selain itu, kami juga telah melakukan pendeteksian *diabetic retinopathy* yang dipertajam dengan mendeteksi area (*lesion*) terkait dengan lebih jelas menggunakan *Guided Grad-CAM activation maps* (Paradisa et al, 2020). Pada penelitian ini, kami menggunakan pendekatan *deep learning* yaitu metode *Deep Convolution Neural Network* dengan arsitektur *Inception V3*. Hasil penelitian ini telah kami publikasikan dan mendapatkan *output* seperti yang terlihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Pendeteksian *Diabetic Retinopathy* dengan menggunakan *Guided Grad-CAM* (Paradisa et al, 2020)

Terkait pandemi global, selain pendeteksian penyakit melalui citra *fundus* retina mata, dibutuhkan peran teknologi untuk identifikasi dini dan diagnosis infeksi pada data COVID-19 yang lebih efektif dan efisien menggunakan pendekatan AI dan *Machine Learning*. Berikut ini gambaran mengenai pengolahan data terkait dengan pemanfaatan *Machine Learning* menggunakan data COVID-19.



Gambar 11. *Artificial Intelligence* (AI) untuk Diagnosis COVID-19 (Boddu, et.al, 2022)

Pada Gambar 11, dapat dijelaskan bahwa COVID-19 dapat didiagnosis dengan menggunakan berbagai sumber data. Selain itu, diharapkan dengan pengembangan eksplorasi data yang semakin canggih menggunakan berbagai teknik dari *Machine Learning* dan *Deep Learning* dapat menghasilkan hasil prediksi awal yang lebih akurat dan presisi daripada hasil deteksi melalui diagnosa secara manual. Sehingga hal ini akan sangat membantu dokter dalam melakukan pendeteksian awal (*screening*) penyakit pada pasiennya. Berapa penelitian terkait pendeteksian COVID-19 menggunakan multimodal data (X-Ray, CT Scan, DNA Sequence) telah dilakukan, yaitu pendeteksian melalui X-Ray menggunakan *transfer learning* CNN DesNet121(Hastuti, et al., 2021), pendeteksian COVID-19 melalui CT Scan menggunakan *deep learning* dengan model *concat* (Rahman & Bustamam, 2022), pendeteksian COVID-19 melalui CT Scan & X-Ray menggunakan *stacking ensemble learning* (Berliana & Bustamam, 2021) dan menggunakan SVM dengan *Combination of Texture Features* (Rohmah & Bustamam, 2020), pendeteksian COVID-19 melalui multimodal menggunakan *multimodal deep learning* (Hilmizen, et al., 2020). Kami juga telah melakukan penelitian analisis hubungan genetik COVID-19 melalui DNA Sequence dengan *Hierarchical Clustering* (Banjarnahor, et al., 2020). Pada penelitian lainnya, kami menganalisis *Protein-Protein Interaction* (PPI) pada COVID-19 dengan virus *corona* lainnya, yaitu menggunakan optimasi *cuckoo search and ant*

lion melalui *Markov clustering* (Rizki, et al., 2020), *soft regularized markov* (Pratiwi, et al., 2021), *markov clustering with cuckoo search and ant lion optimization* (Afriyani, et al., 2020). Selain itu, pada penelitian terkait *telemedicine healthcare* ini telah kami lakukan untuk pendeteksian COVID-19 dengan model *chatbot* menggunakan *multi-model* (Anki, et al, 2021).

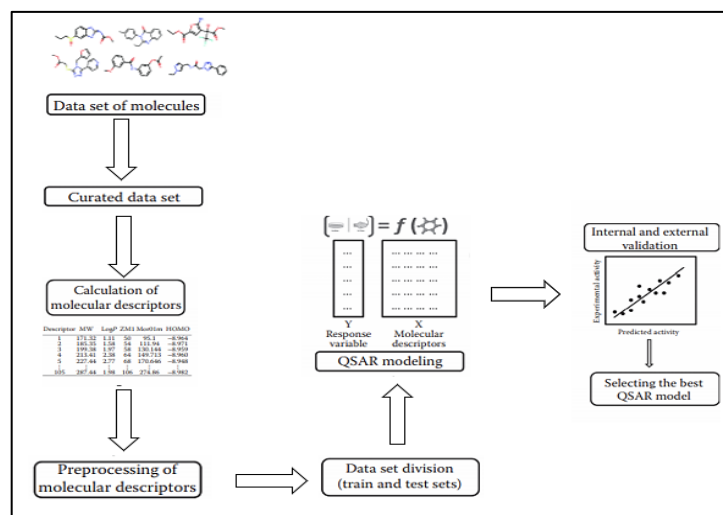
Kemudian pada bidang farmasi bersama dengan Prof. Arry Yanuar dari Fakultas Farmasi UI, kami memfokuskan penelitian pada Inhibitor DPP-4. Inhibitor DPP-4 ini adalah obat yang bertindak sebagai agen yang menghambat enzim *dipeptidyl peptidase-4*, yang dapat meningkatkan efek inkretin. Namun, obat penghambat DPP-4 yang terdaftar memiliki efek samping yang merugikan, seperti infeksi saluran pernapasan atas, pankreatitis, dan risiko gagal jantung, jika dikonsumsi dalam waktu lama. Karena itu, pengembangan inhibitor DPP-4 yang baru diperlukan. Metode *in-silico* menerapkan penggunaan komputer sebagai alat bantu dalam penemuan obat yang dapat melakukan efisiensi biaya dibandingkan dengan metode konvensional yang dikenal memakan waktu dan biaya tinggi. Salah satu metode yang sedang kami kembangkan adalah *Quantitative Structure and Activity Relationship (QSAR)* menggunakan pendekatan *data science* dan *artificial intelligence*.

QSAR adalah metode untuk membuat model matematika yang membantu memahami hubungan antara struktur kimia dan aktivitas biologis suatu senyawa molekul tertentu (Roy, et al., 2015). QSAR dapat diimplementasikan menggunakan teknik *machine learning* yang dikembangkan di bidang penemuan obat (Syarofina, et al., 2021). Model QSAR berdasarkan metode ini dapat dibagi menjadi QSAR klasifikasi dan QSAR regresi. QSAR klasifikasi membangun model yang memprediksi molekul senyawa aktif atau tidak aktif, sedangkan QSAR regresi bertujuan untuk memprediksi nilai aktivitas senyawa molekul tersebut (Roy, Kar & Das, 2014). Adapun skema representasi *workflow* QSAR dapat dilihat pada Gambar 12.

Rumus dasar teknik QSAR dapat secara matematis direpresentasikan sebagai berikut:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n \quad (4)$$

Dimana  $Y$  adalah variabel terikat yang mewakili respon yang dimodelkan yaitu aktivitas sedangkan,  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  adalah variabel bebas yang menunjukkan fitur atau sifat – sifat fisikokimia yang berbeda dalam bentuk  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  adalah kontribusi masing – masing untuk respon dengan  $a_0$  merupakan konstanta (Roy *et al.*, 2015).



Gambar 12. Skema Representasi *Workflow* QSAR  
 Sumber: (Dastmalchi, Hamzeh-Mivehroud & Sokouti, 2018)

Saat ini terdapat lebih dari sepuluh publikasi penelitian yang berkolaborasi dengan Fakultas Farmasi UI yang sudah dilakukan di BACL Departemen Matematika FMIPA UI dan DSC UI, yaitu membangun model QSAR untuk memprediksi pIC50 inhibitor *Dipeptidyl peptidase-4* (DPP-4) dengan *Deep Learning*, *XGboost Tree Ensemble*, *Generalized Linear Model*, *Gradient Boosting Machine* dan *Random Forest* dengan hasil terbaik diperoleh oleh *Random Forest* (Yanuar, et al., 2019), *Virtual screening* (VS) inhibitor DPP-4 untuk pengobatan Diabetes Mellitus (DM) tipe-2 menggunakan QSAR dan *molecular docking* (Hermansyah, et al., 2021), penggunaan AI untuk *ligand-based* VS pada penemuan obat DM tipe-2 (Bustamam, et al., 2021), membangun model QSAR *classification* menggunakan Conv1D-LSTM untuk inhibitor DPP-4 (Ulfa, et al., 2021), *Drug design* untuk penyakit DM tipe-2 menggunakan *Rotation Forest Ensemble Classifier* (Husna, et al., 2021), menggunakan *distance function approach* pada *MiniBatch KMeans algorithm* untuk inhibitor DPP-4 pada *drug discovery* DM tipe-2 (Syarofina, et al., 2021), membangun model QSAR dari inhibitor DPP-4 menggunakan *Deep Neural Network* (DNN) dengan metode *CatBoost* sebagai fitur seleksi (Hamzah, et al., 2020), *Cluster analysis* pada QSAR untuk inhibitor DPP-4 untuk pengobatan DM tipe-2 (Syarofina, et al., 2020), membangun model QSAR menggunakan *Xtreme Gradient Boosting* (XGBoost), *Support Vector Regressor* (SVR) and *Neural Network* (NN) untuk inhibitor DPP-4 dengan XGBoost sebagai model yang memiliki performa model terbaik (Husna, et al., 2021), VS dari DPP-4 dengan menggunakan QSAR berbasis AI dan *molecular docking of hit compounds* enzim DPP-8 dan DPP-9 (Hermansyah, et al., 2020), menggunakan *One-Dimensional Convolutional Neural Network Method* sebagai model prediksi untuk interaksi protein dan obat (Iswahyuli, et al., 2021), membangun model QSAR *classification* menggunakan *Deep Neural Network*



(DNN) dan *Multi-Layer Perceptron* (MLP) untuk inhibitor *Acetylcholinesterase*, inhibitor penyakit Alzheimer (Mushliha, et al., 2021) .

*Hadirin yang saya muliakan,*

### **3. Aplikasi dan Terapan *Data Science* dan *Artificial Intelligence* di Bidang *Entrepreneurship***

Peran matematika komputasi di bidang *enterpreneuship* dapat dilihat pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, mulai dari pendeteksian penyakit tanaman padi dan tanaman karet melalui citra daun, pengembangan aplikasi asuransi dalam hal pemeriksaan *underwriting* di administrasi rumah sakit, dan pengembangan model untuk *smart city*.

*Hadirin yang saya hormati,*

- Penelitian pendeteksian penyakit tanaman karet melalui citra daun dengan SATREP RIKEN Jepang

SATREPS *project* merupakan singkatan dari *Project for Development of Complex Technologies for Prevention and Control of Rubber Tree Leaf Fall Diseases*. Penelitian SATREPS fokus pada penelitian tentang penyakit pada tanaman karet. Penelitian ini multidisiplin dengan melibatkan Departemen Biologi, Geografi, Matematika FMIPA UI, *Indonesia Rubber Research Institute* (IRRI), RIKEN Center Jepang, dan Gifu University Jepang.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2019), Salah satu subsektor yang cukup besar potensinya adalah sub sektor perkebunan termasuk Perkebunan Karet. Karet juga salah satu komoditas ekspor Indonesia yang cukup besar sebagai penghasil devisa negara selain minyak dan gas. Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir karet terbesar dunia. Untuk mencegah tanaman karet terserang penyakit atau bahkan gagal panen, dapat dilakukan deteksi dini apakah tanaman karet di suatu perkebunan melalui citra digital yang diperoleh dari satelit. Prosesnya menggunakan pendekatan *Artificial Intelligence* (AI).

Selain deteksi, perlu juga diketahui mekanisme karet untuk bertahan dari serangan *Pestalotiopsis*. Mekanisme tersebut dapat dilihat dari bentuk daun untuk tanaman karet yang terkena *Pestalotiopsis*. Pada penelitian ini, kami mencoba mendeteksi penyakit tanaman karet ini dengan menggunakan citra daun dengan pendekatan *Deep Learning*.

Selain penyakit tanaman karet, kami juga bekerja sama dengan pihak BRIN LAPAN untuk penelitian dalam mendeteksi penyakit pada tanaman padi.

- Penelitian Penyakit Tanaman Padi pada Citra Daun dengan BRIN LAPAN

*Hadirin yang saya hormati,*

Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi tanaman padi terbesar di dunia dengan total lebih dari 150 juta ton padi dihasilkan pada 3 tahun terakhir (BPS, 2021). Meskipun sudah menjadi makanan pokok selama bertahun-tahun, tanaman padi tidak luput dari serangan penyakit yang dapat menghambat produksi beras padi. Penyakit tanaman padi seperti *tungro* yang berasal dari virus RTBV (*Rice tungro spherical virus*) dan RTSV (*Rice tungro bacilliform virus*), *blast* yang berasal dari jamur *Magnaporthe grisea*, dan *blight* yang berasal dari bakteri *Xanthomonas oryzae* dapat menghambat produksi beras padi di Indonesia. Daun tanaman padi yang terkena serangan penyakit dapat digunakan sebagai indikator jenis penyakit dikarenakan setiap penyakit tanaman padi memiliki corak yang unik pada daun tanaman padi. Saat ini kami mencoba mengembangkan model untuk mendeteksi penyakit pada tanaman padi (terdiri atas 4 kelas: *tungro*, *blast*, *blight*, dan *health*) melalui citra daun tanaman padi. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan pendekatan *machine learning* dan *deep learning*. Penelitian ini mencapai tingkat akurasi antara 80-90%. Penelitian ini juga masih terus berkembang, mengingat penggunaan dataset dari citra lahan padi juga diperlukan selain citra daun dalam mendeteksi penyakit tanaman padi.

*Hadirin yang saya muliakan,*

Selanjutnya penelitian yang telah kami lakukan di bidang *entrepreneurship* yaitu terkait asuransi dan *chatbot*.

- Penelitian terkait Asuransi dan *Chatbot* (URIMO)

URIMO-Life adalah inisiasi *start-up* dari hasil diskusi Trinesta Group dengan DSC-UI terkait rencana pengembangan bisnis dan aplikasi yang dikembangkan bersama. Masalah yang diangkat adalah proses pengiriman data pemeriksaan kesehatan calon tertanggung membutuhkan waktu yang cukup lama hingga calon tertanggung menerima keputusan akseptasi. Tujuan dari URIMO-Life adalah proses pengambilan keputusan akseptasi terhadap hasil *underwriting* calon tertanggung secara efektif dan efisien.

Asuransi yang ditawarkan URIMO-Life memuat unsur bioinformatika, *data science* serta *artificial intelligence* dimana selain memeriksa kondisi kesehatan tertanggung, kami juga memperhitungkan premi berdasarkan umur biologis pasien. Untuk menjamin dari sisi medis, kami berkolaborasi dengan IMERI FK UI untuk memprediksi umur biologis pasien. Di sinilah

peran *data science* di bidang asuransi kesehatan dengan pendekatan *bioinformatics*, *big data* dan *artificial intelligence*.

Selain penelitian dalam aplikasi dan penerapan *data science* dan *artificial intelligence* di bidang *entrepreneurship*, kami juga mengadakan *workshop* untuk mendukung kegiatan *entrepreneurship* di *Data Science Center (DSC) UI*, antara lain *workshop* “Good Data Good Business” dengan mengundang *entrepreneur* sukses dengan menentukan data yang baik untuk berbisnis. Selain itu kami juga mengembangkan beberapa *start-up* di bidang kesehatan berkolaborasi dengan UMG IdeaLab untuk deteksi penyakit melalui citra mata.

#### **4. Prospek Pengembangan Riset Matematika Komputasi dan Data Science dalam Era Multidisipliner *Bioinformatics*, *Big Data* dan *Artificial Intelligence* dan Tantangannya**

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa Matematika Komputasi, *Data Science*, *Bioinformatics*, *Big Data Analytics*, dan *Artificial Intelligence (AI)* telah memberikan kontribusi dari setiap penelitian di bidang *life science*, *telemedicine healthcare* dan *entrepreneurship*. Berbagai peluang terbuka untuk melakukan pengembangan riset di bidang *life science*, kesehatan, dan *entrepreneurship* dengan pendekatan matematika komputasi, *data science*, *big data analytics*, dan AI. Penguatan pusat riset melalui BACL Departemen Matematika FMIPA UI dan DSC UI sebagai wadah yang membantu untuk riset mahasiswa baik S1 dan S2 terutama mahasiswa Departemen Matematika.

Adapun beberapa prospek pengembangan riset ini ke depannya dapat dijelaskan sebagai berikut:

##### **a. Kolaborasi serta kerjasama riset lebih lanjut dengan pihak terkait seperti fakultas/bidang terkait, pemerintah, dan industri.**

Dalam menunjang *performance* riset *big data analytics*, kami berkolaborasi dengan beberapa universitas dan lembaga riset di antaranya Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Massachusetts Institute of Technology (MIT), Coventry University, University of Malaya (UM), Leiden University, National Taiwan University (NTU), The University of Queensland (UQ), dan internal dari Universitas Indonesia dengan Fakultas Kedokteran.

Selain itu, kami juga telah menjalin kerjasama di bidang akademik dan menjadi narasumber di beberapa universitas baik dalam negeri maupun luar negeri seperti Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Universitas Padjajaran (UNPAD), Universitas Yarsi, Universitas Andalas, IPB, ITB, UNJ, UIN Jakarta, Untad, Perdana

University (Malaysia), Leiden University (Belanda), University of Queensland (Australia), Jawaharlal Nehru University (India), Coventry University (UK), MIT (US), dan berbagai universitas lainnya.

Sebagai seorang akademisi, kami tidak hanya menjalin kerjasama di bidang akademik, kami juga menjalin kerjasama dengan dunia industri baik dengan lembaga, perusahaan maupun *start-up*, seperti IMERI FK UI, Fakultas Farmasi UI, RSCM, RSUI, UI *Advisory*, Samsung R&D Indonesia (SRIN), PT UMG IdeaLab, PT Global Risk Management (GRM), PT Woolu Aksaramaya, AICI FMIPA UI, Konvergen.AI, GLAIR, Yellowfin dan Absolut Data Indonesia.

Beberapa kolaborasi yang pernah dijalin diantaranya dengan MIRA (*AI Development and Implementation in Medical Image Processing*), UMG (*Implementation of the various eye disease detection at ATM-Sehat*), GRM (*Underwriter Risk Management for Life Insurance*), dan Aksaramaya (*Real-time sentiment analysis to determine a person's electability in a particular area*). Adapun beberapa dokumentasi foto-foto kolaborasi dan kerjasama ini dapat dilihat pada Gambar 13, 14, 15, 16, dan 17.



Gambar 13. Kunjungan Kerjasama Penerima Hibah MIRA (MIT)



Gambar 14. Kunjungan Kerjasama Project SATREPS (Jepang)



Gambar 15. Seminar AI for *Healthcare* bersama IMERI FK UI, UMG IdeaLab, Samsung R & D Indonesia *Institute* (SRIN), *Global Risk Management* (GRM)





Gambar 16. Kerjasama dengan UI-Advisory RSUI dan Farmasi penelitian tentang *Telemedicine*



Gambar 17. Diskusi Penelitian Pendeteksian Penyakit melalui Mata dengan Menteri Kesehatan di Banten

#### **b. Program MBKM dan Pengenalan *Data Science* dan AI di Tingkat Sekolah**

Untuk mendukung program kampus merdeka melalui program MBKM, DSC UI berkolaborasi dengan *Artificial Intelligence Centre* Indonesia (AiCI) dengan didukung mentor – mentor yang terdiri dari dosen, praktisi dalam bidang industri dan *healthcare*, dan mentor yang bersertifikat. DSC UI bersama *Widya Institute of Technology* (WIT) melalui kedaireka mengusulkan *Matching Fund* dengan judul inovasi “Komersialisasi C-Care (Cancer Care) Aplikasi *Platform Deep Learning* untuk Optimalisasi Diagnosis Kanker” yang diharapkan menjadi wadah kolaborasi antara perguruan tinggi dan industri sehingga proses invensi, inovasi, dapat bergerak lebih cepat ke produk yang dihasilkan dapat dirasakan langsung oleh masyarakat luas. Selain pengenalan program MBKM sebagai

salah satu prospek pengembangan Matematika Komputasi dan *Data Science*, kami juga telah melakukan suatu kegiatan pengenalan *Data Science* dan AI di tingkat sekolah.

*Data Science* dan AI perlu dikenalkan sejak bangku sekolah agar siswa paham akan era digital dan komputasi cerdas yang sedang dan akan terjadi. Tentunya level atau tingkat kesulitan disesuaikan dengan jenjang yang ditempuh. Pelaksanaan *data science* di sekolah, kami kolaborasikan dengan PT. Woolu Aksaramaya sebagai penyedia *platform* dan Kementerian Agama sebagai naungan Pendidikan untuk madrasah, baik di tingkat Madrasah Tsanawiyah (MTs) setara dengan Sekolah Menengah Pertama (SMP), dan Madrasah Aliyah (MA) setara dengan Sekolah Menengah Atas (SMA).

Tujuan dari pengenalan *data science* di Madrasah agar santri bisa menjadi “DATA HERO” serta “Mengenal Data Melawan Fitnah”. Ruang lingkup kurikulum terbagi menjadi pengetahuan dasar komputasi meliputi jenis data, karakter data, pola dalam data, penyajian data, pengolahan data dan konsep *machine learning* serta keterampilan dasar komputasi meliputi teknik pengumpulan data, metode penyimpanan data, dasar komputasi data, teknik visualisasi data, statistika data, dan model *machine learning* dasar.

Fasilitas *Smart classroom* disediakan sebagai ruang belajar milenial untuk para santri. Item-item yang disediakan dalam *smart classroom* meliputi MOCO *board*, MOCO *Data Analysis Platform* (MDAP) serta Sistem Perangkat Lunak (SaaS) meliputi MOCO *Survey & Dashboard* dan MOCO *Python Notebook*.

**c. Penguatan Sumber Daya Manusia di bidang *Data Science* dengan Pembukaan Prodi S2/S3 *Data Science* dan dengan Mengadakan *Summer School* di Bidang *Data Science* dan AI**

Dewasa ini pengembangan riset matematika komputasi dan *data science* dalam era multidisipliner *Bioinformatics*, *big data*, dan *artificial intelligence* salah satu tantangannya adalah sumber daya manusia (SDM). Penguatan SDM dalam *soft skill* dan *hard skill* dimulai dari bidang pendidikan, salah satunya melalui perguruan tinggi. Departemen Matematika FMIPA UI sedang mempersiapkan prodi baru yaitu S2/S3 *Data Science* dan S3 Matematika berbasis multidisiplin untuk mempersiapkan SDM yang dibutuhkan di era Revolusi Industri 4.0 menuju Era *Society 5.0*. Diharapkan nantinya lulusan dari prodi yang berlatar multidisipliner ini dapat menghadapi tantangan dalam era *Society 5.0* termasuk di dalamnya *bioinformatics*, *big data* dan AI.



Gambar 18. *Exploratory Data Analysis* Bersama Risman Adnan dari Samsung R&D Indonesia *Institute* (SRIN)

Selain pembukaan prodi S2/S3 *Data Science*, salah satu bentuk peningkatan *soft skill* dan *hard skill* untuk penguatan SDM salah satunya diadakan *Summer School Data Science*. *Summer School* ini telah kami adakan mulai dari tahun 2019-2022 kerjasama antara DSC UI, Samsung R&D Indonesia *Institute*, MOCO *academy*, dan *Widya Institute of Technology* (WIT). Bentuk kegiatan yang telah dilakukan ini dapat dilihat pada Gambar 18, 19, dan 20.



Gambar 19. Pengadaan *Summer School* dari DSC UI Bersama Risman Adnan dari Samsung R&D Indonesia *Institute* (SRIN)





Gambar 20. Pelatihan *R-Statistic* untuk *Data Science*

#### d. Pembentukan *startup* di bidang *Data Science* dan AI

Saat ini pembentukan *startup* yang berbasis *Data Science* dan AI sangat memungkinkan, dibutuhkan dan relevan untuk kemajuan Indonesia ke depan. Hal ini didukung oleh ekosistem kolaborasi yang telah dibentuk antara pihak-pihak yang terkait seperti dijelaskan sebelumnya baik dari sisi akademisi, pemerintahan, praktisi dan dunia industri melalui pengembangan terapan dari matematika komputasi dan *data science* di bidang ilmu multidisiplin terkait *life science* dan kesehatan seperti *bioinformatics*, *telemedicine*, *intelligent healthcare*, dan bidang *entrepreneurship* seperti asuransi dan keuangan, pertanian dan perkebunan berbasis AI dan lain-lain. Untuk ini DSC telah menginisiasi *startup Integer.AI* sebagai *platform* utama pengembangan komersialisasi hasil-hasil riset. Contoh *startup* yang kita kembangkan adalah *platform C-Care* (Cancer Care) berbasis *Data Science* dan AI.

*Hadirin yang saya hormati,*

#### 5. Penutup

Dari penjelasan di atas terlihat pendekatan matematika komputasi, *Data Science* pada era multidisipliner *Bioinformatics*, *Big Data*, dan *Artificial Intelligence* (AI) memiliki peran yang besar ke depannya dalam pengembangan penelitian di bidang *life science*, kesehatan dan *entrepreneurship*. Sementara itu kolaborasi antar disiplin ilmu seperti Matematika, Biologi, Farmasi, Kedokteran, Kimia, dan Ilmu Komputer, dan lain-lain akan menjadi penting dalam

penelitian *life science*, kesehatan dan *entrepreneurship* ke depannya.

Meskipun metode AI tersedia dengan perangkat lunak *open source* ataupun dikembangkan sendiri di laboratorium komputer Universitas, infrastruktur riset berupa perangkat keras tetap dibutuhkan untuk mempercepat proses komputasinya. Berkembang pesatnya *Graphic Processing Unit* (GPU) sebagai alternatif komputasi di luar *Central Processing Unit* (CPU) memberi kesempatan untuk mengembangkan *scientific computing*, model-model *machine learning*, *deep learning* serta proses komputasi, simulasi algoritma terkait *bioinformatics*, *big data*, dan *artificial intelligence* dengan kinerja yang tinggi (*High Performance Computing*, HPC).

Kami sangat bergembira saat ini UI sedang berbenah menyatukan ekosistem riset dan inovasi melalui klaster-klaster riset dalam payung Direktorat *Innovation & Science Techno Park* (DISTP), termasuk di dalamnya Klaster AI yang tidak hanya memperhatikan aspek hilirisasi riset, tetapi juga aspek peningkatan SDM dan infrastruktur terkait. Semoga usaha UI ini menjadi pilar untuk kemajuan UI kedepan khususnya serta Bangsa dan Negara Indonesia tercinta ini.

## **6. Ucapan Terima Kasih**

*Hadirin yang saya muliakan,*

Sebelum mengakhiri pidato pengukuhan Guru Besar saya ini izinkan saya menyampaikan ucapan terima kasih yang tidak berhingga untuk Ibunda saya tersayang Almh. Anidar binti Adnan dan Ayahanda saya tercinta Alm. Bustamam Bin Syakur Angku yang Basa, pejuang sejati, pelita hidup dan kasih sayang dunia akhirat Ananda yang keduanya telah dipanggil kepangkuan Ilahi. Terimakasih yang sedalam-dalamnya buat Ibu Mertua saya Ramani binti Bandaro Kayo dan Ayah mertua Alm. H. Muhammad Zein bin Salam yang selalu penuh perhatian memanjatkan doa-doa terbaik beliau. Semoga semua hasil perjuangan Ananda bisa menjadi buah kebaikan dan keberkahan buat Ayahbunda dan mertua tercinta, sebagai amal sholeh yang senantiasa terus bersambung kepada Ananda, kepada kakek moyang, dan anak cucu sampai akhir zaman nanti. Aaamin YRA. Terima kasih dan salam sayang selalu buat istriku tercinta Fortuna Adek, Ananda Najmah Tamam Aldzikra “anak kanduang sibirang tulang, buah hati limpo bakuruang, ubek jariah palareh damam”. Terima kasih banyak untuk keluarga besar Bustamam kakak/adik kami Uni Eli, Uda Di, Uda Mon, Uda Men, Ridwan dan Salman beserta Umi dan Uda Arisman, Uni War, Uni Husni dan Alm. Uda Eri di Malaysia, Uda Feri, Uni Ad, Uni Rina dan keluarga Besar Latifah. Terima kasih untuk keluarga besar Syakur yang

di kampung dan di rantau, di Jawa serta Malaysia, Uda Herman, Uni Ta, Uni Net dan seluruh keluarga besar Sabidah, Keluraga Besar Salabiah dan Keluarga Besar Latifah di kampung maupun di Rantau. Uda Brigjen Amrizen, Uni Nen dan Keluarga Besar Koto Panampung dan keluarga besar Mushala Nailus Saadah dan Jorong Surau Labuah dan Nagari Panampuang. Uni Eliza Gustinelly, Uni Yul dan Ibuk beserta keluarga besar di Lundang dan di Rantau, beserta Pak Sidiq Ahmad, Uda In & Uni En di Depok yang telah *men-support* saya semenjak pertama kali saya menginjakkan kaki di UI.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami haturkan juga kepada Rektor Universitas Indonesia Prof. Ari Kuncoro, S.E., MA, Ph.D. dan Wakil Rektor Universitas Indonesia yang telah banyak memberikan bantuan, melancarkan dan menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar di lingkungan Universitas Indonesia. Kepada Dewan Guru Besar (DGB) Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Harkristuti Harkrisnowo, S.H., M.A., Ph.D., beserta seluruh anggota Dewan Guru Besar kami haturkan terima kasih. Terima kasih Kepada Ketua Senat Akademik UI Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, MSc., MPhil., Ph.D. dan seluruh anggota Senat Akademik Universitas Indonesia atas dukungannya yang selama ini diberikan kepada saya sehingga saya dikukuhkan menjadi Guru Besar. Ketua PAK Universitas Indonesia (Prof. Dr. Heru Suhartanto) dan anggota PAK UI yang telah menyetujui pengusulan Guru Besar saya sampaikan terima kasih.

Kepada seluruh anggota Dewan Guru Besar FMIPA Universitas Indonesia yang dipimpin oleh Prof. Dr. Sumi Hudyono, dengan sekretaris Prof. Dr. Wibowo Mangunwardoyo saya mengucapkan terima kasih setinggi-tingginya karena telah mendukung pengusulan saya menjadi guru besar FMIPA Universitas Indonesia. Saya mohon bimbingan sebagai anggota baru dalam dewan yang terhormat ini.

Terima kasih banyak untuk semua pembimbing kami Alm. Prof. Djati Kerami, Prof. T. Basaruddin, Prof. Heru Suhartanto, and special thanks to my Ph.D. supervisor Prof. Kevin Burrage, who has been supporting me from the beginning of my study and reshaping me to be a confidence and positive person. Terima kasih yang tak terhingga juga kami sampaikan kepada Tuan Guru Syarif Hassan bin Jafar bin Umar Assegaf, Ustadz Jamaluddin dan seluruh Keluarga Besar Majelis Nurul Musthofa yang selalu mendoakan kebaikan dan kesuksesan serta keberkahan dalam karir dan perjalanan hidup saya insyaAllah dari dunia hingga akhirat kelak, Aamiin Ya Rabbal 'Aalamin.

Terima kasih atas semua suka dan duka dalam perjuangan ini untuk Alm. Prof Noenik, Alm. Pak Bambang, Prof. Bela, Alm. Ibu Sri Harini, Alm. Pak Ponidi, Bu Sri Mardiyati, Bu

Yahma, Pak Suryadi, SIS, Bu Kiki, Bu Rustina, Bu Titin dan seluruh keluarga besar Departemen Matematika dan Rekan-rekan Tendik, Dosen di FMIPA UI, Dekan Pak Adi, Pak Supriatna, Prof, Haris, Pak Rokhmat, Pak Dede dan Pimpinan Fakultas MIPA UI serta Rektor dan Pimpinan UI. Special Thanks untuk rekan-rekan semua Tim terbaik kami di *Data Science Center FMIPA* dan *Bioinformatics and Advanced Computing Laboratory (BACL)*, Bu Devvi, Uni Ida, Mas Zaki, Mba Yuni, Mushliha, Rangga, Herley, Tesdiq, Patuan, Olivia, Afif dan semuanya yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang selalu mendukung kami dengan setia dalam perjalanan karir kami ini, khususnya pengukuhan Guru Besar ini. Terima kasih banyak kami ucapkan untuk Tim SDM MIPA dan SDM UI yang selalu setia membantu dalam pengajuan Guru Besar kami ini, saudara Iing dan kawan-kawan semuanya, Uni Elmida dan kawan-kawan SDM UI. Terima kasih yang seluasnya untuk Humas FMIPA dan Humas UI, Mba Annisa, Bu Amelita dan kawan-kawan semuanya.

Terima kasih banyak semua kolega dan karib yang selalu setia membantu dan mensupport saya dalam suka dan duka, Pak Rinaldi Anwar, Pak Risman Adnan, Pak Sulasmo, Pak Kiwi Aliwarga, Pak Rony, Bu Santi, Bu Retno, Mas Fajar dan semua teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Special thank untuk Uda Mayjen Moh. Hasan, Bapak Andri Warman Bupati Agam dan para Ibu/Bapak Guru dan semua teman alumni SMAN 1 Ampek Angkek, SMPN 1 Simpang Canduang dan SDN Tanjung Gadang, Agam, Sumatera Barat. Teman-teman Alumni Matematika Angkatan 91 dan Alumni Fasilkom Angkatan 1999 serta teman-teman Alumni *Brisbaner* dan Alumni *Queenslander* Australia.

Akhirul kalam, hanya Allah SWT yang sanggup membalas semua kebaikan Ibu/Bapak, Sanak/Saudara dan Para Sahabat tercinta semua. Semoga Allah SWT selalu merahmati, memberkahi dan menolong jalan hidup kita semua pada kehidupan yang baik dan berkah dunia akhirat. Aamiin YRA.

Wabillahi taufik wal hidayah, wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

## Referensi

- Abdillah, B., Bustamam, A., dan Sarwinda, D. (2017). Classification of diabetic retinopathy through texture features analysis. *2017 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, pp. 333-338, doi: 10.1109/ICACSIS.2017.8355055.
- Afriyani, R., Bustamam, A., and Sarwinda, D, “analyzing protein-protein interactions of coronavirus using markov clustering with cuckoo search and ant lion optimization”, *Journal of Physics: Conference Series 2021*, IOP Publishing, 012009
- Alifah, Siswantining, T., Sarwinda, D. dan Bustamam, A. (2020). RFE and Chi-Square Based Feature Selection Approach for Detection of Diabetic Retinopathy. *Ijcse* vol. 196, pp. 380–386, 2020, doi: 10.2991/aer.k.201124.069.
- Amalia, R., Bustamam, A., dan Sarwinda, D. (2021). Detection and description generation of diabetic retinopathy using convolutional neural network and long short-term memory. *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1722, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1722/1/012010
- Amalia, R., Bustamam, A., Yudantha, A. R. dan Victor, A. A. (2021). Diabetic retinopathy detection and captioning based on lesion features using deep learning approach. *Commun. Math. Biol. Neurosci.*, vol. 2021, pp. 1–18, 2021, doi: 10.28919/cmbn/5832.
- Andrada, M. F., Vega-Hissi, E. G., Estrada, M. R., & Garro Martinez, J. C. (2015). Application of k-means clustering, linear discriminant analysis and multivariate linear regression for the development of a predictive QSAR model on 5- lipoxygenase inhibitors. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 143, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2015.03.001>
- Anki, P., Bustamam, A., dan Buyung, R. A. “Looking for the link between the causes of the COVID-19 disease using the multi-model application,” *Commun. Math. Biol. Neurosci.*, vol. 2021, pp. 1–17, 2021, doi: 10.28919/cmbn/6128.
- Ardaneswari, G., Bustamam, A., Sarwinda, D. (2017). Implementation of plaid model biclustering method on microarray of carcinoma and adenoma tumor gene expression data. *The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016)* 893 (1). doi :10.1088/1742-6596/893/1/012046
- Banjarnahor, E, Bustamam, A, Mangunwardoyo, W, and Sarwinda, D, “Implementation of Hierarchical Clustering Method in Analyzing Genetic Relationship on DNA SARS-CoV-2 Sequences”, *Journal of Physics: Conference Series 2021*, IOP Publishing, 012074.
- Berliana, A. U. and Bustamam, A. "Implementation of Stacking Ensemble Learning for Classification of COVID-19 using Image Dataset CT Scan and Lung X-Ray," *2020 3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 2020, pp. 148-152, doi: 10.1109/ICOIACT50329.2020.9332112.
- Boddu, R. S. K., Karmakar, P., Bhaumik, A., Nassa, V. K., Vandana, & Bhattacharya, S. (2022). Analyzing the impact of machine learning and artificial intelligence and its effect on management of lung cancer detection in covid-19 pandemic. *Materials Today: Proceedings*, 56, 2213–2216.
- Bustamam, A., Burrage, K., Hamilton, NA. (2012). Fast parallel Markov clustering in bioinformatics using massively parallel computing on GPU with CUDA and ELLPACK-R., *IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics* 9 (3), 679-692.
- Bustamam A., Sarwinda D. , Abdillah B. , and Kaloka T. P. , “Detecting lesion characteristics of diabetic retinopathy using machine learning and computer vision,” *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 10, no. 4, pp. 1367–1373, 2020, doi: 10.18517/ijaseit.10.4.8876.

- Bustamam, A., Tasman, H., Yuniarti, N., Frisca, Mursidah, I. (2017). Application of K-means clustering algorithm in grouping the DNA sequences of hepatitis B virus (HBV). *AIP Conference Proceedings* 1862 (1).
- Bustamam, A., Hamzah, H., Husna, N. A., Syarofina, S., Dwimantara, N., Yanuar, A., & Sarwinda, D. (2021). Artificial intelligence paradigm for ligand-based virtual screening on the drug discovery of type 2 diabetes mellitus. *Journal of Big Data*, 8(1), 1-21.
- Bustamam, A., Hamzah, H., Husna, NA., Syarofina, S., Dwimantara, N., Yanuar, A., Sarwinda, D. (2021). Artificial intelligence paradigm for ligand-based virtual screening on the drug discovery of type 2 diabetes mellitus. *Journal of Big Data* 8 (1), 1-21.
- Bustamam A. , Sarwinda D. , Paradisa R. H. , Victor A. A., Yudantha A. R., and Siswantining T. , “Evaluation of convolutional neural network variants for diagnosis of diabetic retinopathy,” *Commun. Math. Biol. Neurosci.*, vol. 2021, pp. 1–17, 2021, doi: 10.28919/cmbn/5660.
- Cereto-Massagué, A., Ojeda, M. J., Valls, C., Mulero, M., Garcia-Vallvé, S., & Pujadas, G. (2015). Molecular fingerprint similarity search in virtual screening. *Methods*, 71THE, 58–63. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2014.08.005>
- Chackalamannil, S., Rotella, D., & Ward, S. (2017). *Comprehensive Medicinal Chemistry III*. In A. Martinez & C. Gil (Eds.), Elsevier (3<sup>rd</sup> ed., Vol. 1). Elsevier Ltd. <http://store.elsevier.com>
- Cook, C.E., Bergman, M.T., Finn, R.D., Cochrane, G., Birney, E. And Apweiler, R. (2016) ‘The European Bioinformatics Institute in 2016: data growth and integration’, in Bergman, M.T (Ed): *Nucleic Acids Research*, Vol. 44, pp.D20–D26.
- Dahl GE, Jaitly N, Salakhutdinov R (2014). Multi-task Neural Networks for QSAR Predictions. *CoRR*.
- Dai, Z., Flatberg, G., A. Preisig, H., & Deng, L. (2018). Kinetic Studies of Fenton Oxidation Reaction by UV-VIS Spectroscopy. *Journal of Laboratory Chemical Education*, 6(5), 141–147. <https://doi.org/10.5923/s.ajee.201601.14>
- Dastmalchi, S., Hamzeh-Mivehroud, M., & Sokouti, B. (2018). *Quantitative Structure–Activity Relationship: A Practical Approach* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351113076>
- Elgendy, Mohamed. 2020. *Deep Learning for Vision System 1<sup>st</sup> Edition*. New York City : Manning Publisher.
- Everitt, S. Landau, M Leese. And D. Stahl, *Cluster Analysis*, 5th ed., John Wiley and Sons, (2011).
- Feldman, B., Martin, E.M. and Skotnes, T. (2012) *Big Data in Healthcare Hype and Hope*. Available at: [https://www.ghdonline.org/uploads/big-data-in-healthcare\\_B\\_Kaplan\\_2012.pdf](https://www.ghdonline.org/uploads/big-data-in-healthcare_B_Kaplan_2012.pdf) (access 21 May 2015) (online)
- Fernandez, Alair. (2018). *The Fields of Data Science*. Pinterest (Online: <https://id.pinterest.com/pin/geeky-articles--610660030693535587/>, diakses 15 Juli 2022)
- Ginanjar, R., Bustamam, A., Tasman, H (2016). Implementation of regularized Markov clustering algorithm on protein interaction networks of schizophrenia's risk factor candidate genes. *2016 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS)*, p. 297-302
- Hamzah, H., Bustamam, A., Yanuar, A. dan Sarwinda, D. (2020). Predicting The Molecular Structure Relationship and The Biological Activity of DPP-4 Inhibitor Using Deep Neural Network with CatBoost Method as Feature Selection. *2020 International Conference on*



*Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)*, pp. 101-108, doi: 10.1109/ICACSIS51025.2020.9263204.

- Hariany S. F. , Siswantining T. , Bustamam A. , and Budiman B. , “Result comparison between categorical and numerical predictor variables on CART method in predicting factors related to diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2023, no. 2018, 2018, doi: 10.1063/1.5064223.
- Hastuti, E. T., Bustamam, A., Anki, P., Amalia, R., & Salma, A. (2021, July). Performance of True Transfer Learning using CNN DenseNet121 for COVID-19 Detection from Chest X-Ray Images. In *2021 IEEE International Conference on Health, Instrumentation & Measurement, and Natural Sciences (InHeNce)* (pp. 1-5). IEEE.
- Hermansyah, O., Bustamam, A. dan Yanuar, A. (2020) Virtual Screening of DPP-4 Inhibitors Using QSAR-Based Artificial Intelligence and Molecular Docking of Hit Compounds to DPP-8 and DPP-9 Enzymes.
- Hermansyah, Oky, Bustamam, Alhadi, and Yanuar, Arry. (2021). Virtual screening of dipeptidyl peptidase-4 inhibitors using quantitative structure–activity relationship-based artificial intelligence and molecular docking of hit compounds. *Computational Biology and Chemistry*, doi.org/10.1016/j.compbiolchem.2021.107597
- Hilmizen, N., Bustamam, A. and D. Sarwinda. (2020). The Multimodal Deep Learning for Diagnosing COVID-19 Pneumonia from Chest CT-Scan and X-Ray Images. *2020 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, pp. 26-31, doi: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315478.
- Husna, N. A., Bustamam, A., Yanuar, A., & Sarwinda, D. (2021). The Drug Design for Diabetes Mellitus type II using Rotation Forest Ensemble Classifier. *Procedia Computer Science*, 179, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.021>
- Intan, PRD., Ma’sum, MA., Alfiany, N., Jatmiko, W., Kekalih, A., Bustamam, A. (2019). Ensemble learning versus deep learning for Hypoxia detection in CTG signal. *IEEE on 2019 International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)*, p. 57-62, <https://doi.org/10.1109/IWBIS.2019.8935796>
- Iswahyuli, A. Bustamam, A. Yanuar and W. Mangunwardoyo. (2021). One-Dimensional Convolutional Neural Network Method as The Predicting Model for Interactions Between Drug and Protein on Heterogeneous Network. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)*, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/AIMS52415.2021.9466059.
- Kafi, RA., Bustamam. A., Mangunwardoyo. (2021). Analysis of diabetes mellitus gene expression data using two-phase biclustering method. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 8 (2), 48-55.
- Kaplan, A; Haenlein, M. (2019) Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence, *Business Horizons*, 62(1), 15-25.
- Kementerian PPN. (2019). *Indonesia 2045: Berdaulat, Maju, Adil dan Makmur*. Jakarta: Bappenas
- Kemenkes melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Telemedicine Antar Fasilitas Kesehatan.

- Latha, D. P. P., & Sharmila, D. J. S. (2010). QSAR study for the prediction of half maximal inhibitory concentration of compounds structurally similar to glycerol. *Turkish Journal of Biochemistry*, 35(4), 287–292.
- Li, Q., Ding, X., Si, H., & Gao, H. (2014). QSAR model based on SMILES of inhibitory rate of 2, 3-diarylpropenoic acids on AKR1C3. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 139, 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2014.09.013>
- Liu, S., Lu, M., Li, H., & Zuo, Y. (2019). Prediction of gene expression patterns with generalized linear regression model. *Frontiers in Genetics*, 10(MAR), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00120>
- Luscombe, N.M., Greenbaum, D., and Gerstein, M. (2001) ‘What is bioinformatics? A proposed definition and overview of the field’, *Methods of Information in Medicine*, Vol. 40, No. 4, pp.346–358.
- Meng, Z., Hu, Y., Ancey, C. (2020). Using a Data Driven Approach to Predict Waves Generated by Gravity Driven Mass Flows. *Water (Switzerland)* 2020 (12), 600, <http://dx.doi.org/10.3390/w12020600>
- Muradi, H., Bustamam, A. Lestari, D. (2015). Application of hierarchical clustering ordered partitioning and collapsing hybrid in Ebola Virus phylogenetic analysis. *ICACSYS 2015*, 317 – 323.
- Mushliha, A. Bustamam, A. Yanuar, W. Mangunwardoyo, P. Anki and R. Amalia. (2021). Comparison Accuracy of Multi-Layer Perceptron and DNN in QSAR Classification for Acetylcholinesterase Inhibitors. *2021 International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)*, pp. 1-6, doi: 10.1109/AIMS52415.2021.9466040.
- Oti, E. U., Olusola, M. O., Eze, F. C., & Enogwe, S. U. (2021). Comprehensive Review of K-Means Clustering Algorithms. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 07(08), 64–69. <https://doi.org/10.31695/ijasre.2021.34050>
- Palmer, Shelly. 2015. *Data Science for the C-Suite*. New York: Digital Living Press.
- Pansawira S., Bustamam A., and Sarwinda D. (2020). Classification of Diabetic Retinopathy using shallow learning approach. *AIP Conf. Proc.*, vol. 2242, no. June 2020, doi: 10.1063/5.0007881.
- Paradisa, R. H., Bustamam, A., Mangunwardoyo, W., Victor, A. A., Yudantha, A. R., & Anki, P. (2021). Deep Feature Vectors Concatenation for Eye Disease Detection Using Fundus Image. *Electronics*, 11(1), 23. doi: 10.3390/electronics11010023.
- Paradisa, R. H., Bustamam, A. Victor, A. A., Yudantha, A. R. dan Sarwinda, D. (2021). Diabetic Retinopathy Detection using Deep Convolutional Neural Network with Visualization of Guided Grad-CA. *4th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE) 2021*, pp. 19-24, doi: 10.1109/IC2IE53219.2021.9649326.
- Paradisa, R. H., Sarwinda, D., Bustamam, A. dan Argyadiva, T. (2020). Classification of Diabetic Retinopathy through Deep Feature Extraction and Classic Machine Learning Approach. *3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, pp. 377-381, doi: 10.1109/ICOIACT50329.2020.9332082.
- Permata, TS., Bustamam, A. (2015). Clustering protein-protein interaction network of TP53 tumor suppressor protein using Markov clustering algorithm. *ICACSYS 2015*, p.221 – 226



- Pratiwi, S A, Bustamam, A, and Sarwinda, D. (2021). Application of soft regularized markov clustering for analyzing protein-protein interaction in sars-cov-2 and other related coronavirus. *Journal of Physics: Conference Series 2021*, IOP Publishing, 012012  
PubMed. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> (access 15 June 2015).
- Rahman, Alraiful, Bustamam, A. (2022). Deep learning with concatenate model to detect COVID-19 lung disease with CT scan images. *AIP Conference Proceedings*, 10.1063/5.0072411, 2022
- Rizki, A, Bustamam, A, and Sarwinda, D. (2021). Applications of cuckoo search and ant lion optimization for analyzing protein-protein interaction through regularized Markov clustering on coronavirus. *Journal of Physics: Conference Series 2021*, IOP Publishing, 012008
- Rohmah, L. N. and Bustamam, A. (2020). Improved Classification of Coronavirus Disease (COVID-19) based on Combination of Texture Features using CT scan and X-ray Images. *2020 3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 2020, pp. 105-109, doi: 10.1109/ICOIACT50329.2020.9332123.
- Roy, K., Kar, S., & Das, R. N. (2015). *A primer on QSAR/QSPR 39he39lling: fundamental concepts (SpringerBriefs in Molecular Science)*.
- Salma A., Bustamam A., Yudantha A. R., Victor A. A., and Manguwardoyo W. (2021). Artificial intelligence approach in multiclass diabetic retinopathy detection using convolutional neural network and attention mechanism. *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, vol. 13, no. 3, pp. 100–114, 2021, doi: 10.15849/ijasca.211128.08.
- Salma, A., Bustamam, A., Yudantha, A.R., Victor, AA. dan Manguwardoyo, W. (2021). Diabetic Retinopathy Detection and Classification Using GoogleNet and Attention Mechanism Through Fundus Images. *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 14, pp. 590–597, 2021.
- Sarwinda, D., Bustamam, A. (2018). 3D-HOG Features–Based Classification using MRI Images to Early Diagnosis of Alzheimer’s Disease. *2018 IEEE/ACIS 17th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*. p/ 457-462.
- Sarwinda, D., Siswantining, T. dan Bustamam, A. (2018). Classification of Diabetic Retinopathy Stages using Histogram of Oriented Gradients and Shallow Learning, *2018 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA)*, pp. 83-87, doi: 10.1109/IC3INA.2018.8629502.
- Sarwinda, D. Bustamam, A. and Wibisono, A. (2017). A complete modelling of Local Binary Pattern for detection of diabetic retinopathy. *2017 1st International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)*, pp. 7-10, doi: 10.1109/ICICOS.2017.8276329.
- Sarwinda, D., Bustamam, A. dan Arymurthy, A. M. (2017). Fundus image texture features analysis in diabetic retinopathy diagnosis. *2017 Eleventh International Conference on Sensing Technology (ICST)*, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSensT.2017.8304447.
- Setyaningrum, N., Bustamam, A., Siswantining, T. (2019). Finding correlated bicluster from gene expression data of Alzheimer disease using FABIA biclustering method. *AIP Conference Proceedings*, 2084 (1).
- Shylma, N. (2020). *Funduskopi (Oftalmoskopi), Pemeriksaan untuk Diagnosis Berbagai Penyakit Mata* (Online: <https://hellowealth.com/mata/perawatan-mata/funduskopi/>)

- Siswantining, T., Bustamam, A., Swasti, O., Al-Ash, H. (2021). Analysis and prediction of protein interactions between HIV-1 protein and human protein using LCM-MBC algorithm combined with association rule mining. *Commun. Math. Biol. Neurosci.* 2021, Article ID 64.
- Suhartanto, H., Li, X., Burrage, K., Yanuar, A., Bustamam, A., Hilman, M., & Wibisono, A. (2014). The development of integrated computing platform to improve user satisfaction and cost efficiency of in silico drug discovery activities. *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 6(2), 11-20.
- Swasti, O., Bustamam, A., Lestari, D., Manguwardoyo, W. (2019). Biclustering protein interactions between HIV-1 proteins and humans proteins using LCM-MBC algorithm. *AIP Conference Proceedings*, 2084 (1).
- Syarofina, S., Bustamam, A., Yanuar, A., Sarwinda, D., Al-Ash, H. S., and Hayat, A. (2020). The distance function approach on the MiniBatchKMeans algorithm for the DPP-4 inhibitors on the discovery of type 2 diabetes drugs. *Procedia Computer Science, 5th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence*, 1877-0509.
- Tampubolon, PP., Bustamam, A., Lestari, D. Manguwardoyo, W. (2019). A biclustering procedure using BicBin algorithm for HIV-1 human protein interaction database in NCBI. *AIP Conference Proceedings*, 2084 (1).
- Ulfa A., Bustamam, A., Yanuar, A., Amalia, R. dan Anki, P. (2021). Model QSAR Classification Using Conv1D-LSTM of Dipeptidyl Peptidase-4 Inhibitors," 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/AIMS52415.2021.9466083.
- Venter, J.C. et al. (2001) 'The sequence of the human genome', *Science*, Vol. 291, No. 5507, pp.1304–1351
- Wibowo, Antoni. (2018). *Big Data* (Diakses online: <https://mti.binus.ac.id/2018/06/28/2222/>). Binus University
- Zomaya, A. Y. (2005). *Parallel computing for bioinformatics and computational biology*. Wiley.
- Zubedi F., Puspa S. D., Rustam Z., Siswantining T., and Bustamam, A. (2021). Biclustering of diabetic nephropathy and diabetic retinopathy microarray data using a similarity-based biclustering algorithm. *Int. J. Bioinform. Res. Appl.*, vol. 17, no. 4, p. 343, 2021, doi: 10.1504/ijbra.2021.10041400.

## Curriculum Vitae



### 1. Data Diri

Nama Lengkap	:	Prof. Alhadi Bustamam, S. Si., M. Kom., Ph.D.
Pekerjaan	:	Pegawai Negeri Sipil (PNS) - Dosen
NIP/NUP	:	197209181997021001
Unit Kerja / Perusahaan	:	Departemen Matematika, FMIPA Universitas Indonesia
Gol / Pangkat / Jabatan	:	IV.b / Pembina Tingkat 1 / Guru Besar
Tempat / Tanggal Lahir	:	Panampung (Agam-Sumatera Barat), 18 September 1972
Jenis Kelamin	:	Laki-Laki
Nama Istri	:	Fortuna Adek
Nama Anak	:	Najmah Tamam Aldzikra
Nama Orang Tua	:	1. Bustamam bin Syakur (Alm.) 2. Anidar binti Adnan (Almh.)
Agama	:	Islam
Alamat Rumah	:	Grand Depok City, Cluster Puri Insani 2, Blok B2 No 22, Jatimulya, Cilodong, Depok, Jawa Barat
Nomor Telepon/HP	:	(021) 83711269 / 081310058988

### 2. Riwayat Pendidikan Formal

Tahun (lulus)	Keterangan
2011	S3 Advanced Computing in Bioinformatics form School of Mathematics and Institute for Molecular Bioscience, The University of Queensland (UQ), Australia
2002	S2 Ilmu Komputer, Fasilkom Universitas Indonesia, Indonesia
1996	S1 Matematika, FMIPA Universitas Indonesia, Indonesia
1991	SMAN 1 Ampek Angkek, Agam, Sumatera Barat
1988	SMPN 1 Canduang, Agam, Sumatera Barat
1985	SDN Tanjung Gadang, Panampuang, Agam, Sumatera Barat

### 3. Pendidikan Nonformal, Pelatihan

Tahun	Keterangan
1997	Diklat Prajabatan (DIKTI-Rindam Jaya)
1997	Training on Message Queuing (MQ) series Applications and Administrators (IBM Indonesia)
1998	Pekerti (UI)

2002	Training on Oracle Database Administrator Fundamental (Oracle Indonesia)
2002	Workshop on Data Mining Concept and Clementine Data Mining Toolkit (SPSS Corp. dan Departemen Matematika UI)
2003	Short course: E Learning on Korean Economic Crisis Recovery (Korea Development Institute (KDI), Seoul, South Korea)
2003	Training for Trainer on Information Retrieval (KOICA and Hyundai Information Technology Co. Ltd)
2004	Workshop on IT and Computer Mediated Learning System (DUE Like Project and University of Indonesia)
2006	APAC Summer School in Computational Science (APAC Canberra, QUT Brisbane)
2006	MASCOS Workshop on Mathematics and Statistics in Genetics (MASCOS, Brisbane)
2006	Special Course and Tutorial: Discovery Systems in Bioinformatics (ACB, Institute for Molecular Bioscience, UQ)
2006	Winter School in Mathematics and Computational Biology ((ACB, Institute for Molecular Bioscience, UQ)
2007	Winter School in Mathematics and Computational Biology ((ACB, Institute for Molecular Bioscience, UQ)
2009	Winter School in Mathematics and Computational Biology ((ACB, Institute for Molecular Bioscience, UQ)
2011	Advanced School and High Performance and Grid Computing (ICTP, Trieste, Italy)
2016	Pelatihan Pekerti (UI)
2018	Workshop on Bioinformatics Colloquium (Yarsi and Perdana University)
2021	Training on Architecting on AWS – Associate (Trainocate, AWS Indonesia)
2021	Training on AWS Technical Essentials ((Trainocate, AWS Indonesia)

#### 4. Riwayat Pekerjaan/Jabatan

<b>Tahun</b>	<b>Keterangan</b>
2022 - sekarang	Guru Besar Tetap Ilmu Matematika Departemen Matematika FMIPA UI
2022 - sekarang	Kepala Departemen Matematika – FMIPA Universitas Indonesia
2018 - 2022	Kepala Program Studi S2 Matematika – FMIPA Universitas Indonesia
2018 - sekarang	Kepala Data Science Center (DSC), Lembaga Sains Terapan – FMIPA Universitas Indonesia
2014 - 2018	Kepala Departemen Matematika – FMIPA Universitas Indonesia
2012 - sekarang	Kepala Bioinformatics and Advanced Computing Laboratory, Departemen Matematika – FMIPA Universitas Indonesia
2011 - 2014	Koordinator IT dan Komunikasi – FMIPA Universitas Indonesia
2004 - 2005	Koordinator IT dan Komunikasi – FMIPA Universitas Indonesia
2003 - 2004	Kepala Laboratorium Komputer, Departemen Matematika – FMIPA Universitas Indonesia
1997 - sekarang	Dosen dan Peneliti – FMIPA Universitas Indonesia

## 5. Kepengurusan / Keanggotaan dalam Organisasi

No	Tahun / Periode	Perusahaan / Institusi	Jabatan
1	2017 - sekarang	Indonesian Mathematical Society (IndoMS) untuk daerah Jawa Barat, Jakarta dan Banten	Penasehat
2	2014 - 2017	Indonesian Mathematical Society (IndoMS) untuk daerah Jawa Barat, Jakarta dan Banten	Chairman
3	2013 - 2014	Indonesian Mathematical Society (IndoMS) untuk daerah Jawa Barat, Jakarta dan Banten	Chairman

## 6. Pengalaman Mengajar

No.	Nama Mata Kuliah
1.	Praktikum Prestasi Mesin
2.	Optimisasi & Analisa Jaringan
3.	Organisasi Sistem Komputer
4.	Interaksi Manusia dan Komputer
5.	Algoritma Struktur Data
6.	Algoritma dan Struktur Data 1
7.	Prakum Dasar Komputer
8.	Komputer I A
9.	Aljabar Linier II
10.	Matematika Dasar I
11.	MPK Agama Islam
12.	MPK Bahasa Inggris
13.	MPK Seni / Olahraga
14.	Perancangan & Analisis Algoritma
15.	Matematika Diskrit II
16.	Metode Statistika Peubah Ganda
17.	Aljabar Linier
18.	Komputasi Paralel
19.	Metode Numerik
20.	Kalkulus
21.	Struktur Data & Algoritma
22.	Teori Matriks

23.	Komputasi Paralel
24.	Rekayasa Komputasional
25.	Fisika Dasar I
26.	Fisika dan Kimia Dasar
27.	Logika dan Teori Bilangan
28.	Sistim Dinamik
29.	Algoritma dan Pemrograman Saintifik
30.	Kalkulus 2
31.	Matematika Teknik 2
32.	Teori Komputasi
33.	Pemodelan dan Simulasi
34.	Algoritma Pengolahan Paralel
35.	Teori Bahasa dan Otomata
36.	Tesis
37.	Topik Khusus 1
38.	Persamaan Diferensial Biasa
39.	Agen Penyakit Berbasis Lingkungan
40.	Skripsi
41.	Komputasi Hayati
42.	Metode Komputasi Data
43.	Tesis I
44.	Tesis II
45.	Komputasi Lanjut
46.	Komputasi Terstruktur
47.	Pemodelan Matematis
48.	Metode penelitian
49.	Seminar Tesis
50.	Kajian Literatur 1
51.	Ujian Hasil Riset
52.	Seminar Ilmiah 1
53.	Seminar Ilmiah 2
54.	Perancangan dan Analisis Algoritma
55.	Penulisan Ilmiah



56.	Komputasi Lanjut dan Big Data
57.	Topik Khusus 2
58.	Proposal Riset
59.	Publikasi Makalah
60.	Komputasi Sains Data
61.	Bioinformatika
63.	Topik Khusus 3: Deep Learning untuk AI bidang Medis dan Kesehatan
64.	Struktur Data
65.	Topi Riset – Data Science
66.	<i>Applied Deep Learning</i>
67.	Bioinformatika Lanjut

## 7. Kegiatan Penelitian

No	Deskripsi	Tahun	Keterangan
1.	Pengembangan Analisis Kecerdasan Buatan untuk Menilai Meibomian Gland Dysfunction (MGD) pada Penyakit Mata Kering Menggunakan Pencitraan Meibografi	2022	Peneliti Utama, Hibah PDUPT DIKTI Kemenristekdikti
2.	Analisis <i>Genomic Sequence</i> pada COVID-19 dan Penyakit Menular Lainnya menggunakan Pendekatan <i>in Silico dan Big Data Analytics</i>	2022	Peneliti Anggota, Hibah PDUPT DIKTI Kemenristekdikti
3	Analisis <i>Genomics</i> pada Multimodal Data untuk Deteksi Demam Berdarah Dengue (DBD) dan Penyakit Kronis menggunakan Pendekatan <i>Feature Selection Fusion</i>	2020 - 2022	Peneliti Anggota, Hibah PDUPT DIKTI Kemenristekdikti
4	Penerapan dan Aplikasi AI dan <i>Chatbot</i> untuk <i>Intelligent Healthcare</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah PTUPT DIKTI Kemenristekdikti
5	Prediksi Interaksi Protein pada Penyakit Kronis dengan Pendekatan <i>Encoding Method</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah Pendampingan Publikasi Internasional Q2 (PPI Q2), DRPM UI
6	<i>Implementation of Parallel Computing on Firefly-Markov Clustering Algorithm and Its Variants for Analyzing Protein Interaction Network</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah publikasi terindeks internasional kolaborasi Internasional (PUTI KI 2Q2), DRPM UI
7	<i>The Performance of Deep Learning and Machine Learning Approaches using Feature Extractor for Prediction of</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks

	<i>Protein-Ligand Interaction in Drug Discovery</i>		Internasional Q1 (PUTI Q1), DRPM UI
8	<i>Analysis of Differentiated Gene Expression in Microarray Data using the BicMix Model</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks Internasional Q2 (PUTI Q2), DRPM UI
9	<i>Multimodal Data Analysis using Advanced Machine Learning Approach in Classifying COVID-19</i>	2021	Peneliti Utama, Hibah Riset FMIPA UI
10	Implementasi <i>Missing Value</i> dengan Menggunakan Metode <i>ANN Impute</i> pada Microarray Data Ekspresi Gen dengan menggunakan Klasifikasi <i>XG-Boost</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Tesis Magister, Kemenristekdikti
11	Penerapan Algoritma <i>Gaussian-means</i> sebagai Pendekatan Analisis Kluster dalam Prediksi Hubungan Aktivitas Biologi dan Struktur Molekul pada Obat Diabetes Melitus Tipe II	2020	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Tesis Magister, Kemenristekdikti
12	Penerapan <i>Artificial Bee Colony</i> pada Klasifikasi <i>Deep Neural Network</i> untuk Desain Obat Diabetes Mellitus Tipe II	2020	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Tesis Magister, Kemenristekdikti
13	Korelasi Antara Gejala Klinis dan Kriteria Laboratoris dengan Derajat Keparahan Demam Berdarah sebagai Tahap Awal dalam Pembangunan Program Prediktor Demam Berdarah menggunakan Pendekatan <i>Machine Learning</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Tesis Magister, Kemenristekdikti
14	Klasifikasi Berbasis <i>Rotation Forest</i> pada Desain Obat Diabetes Mellitus Tipe II	2020	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Tesis Magister, Kemenristekdikti
15	<i>The Performance of Deep Learning and Machine Learning Approaches using Feature Extractor for Prediction of Protein-Ligand Interaction in Drug Discovery</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks Internasional Q1 (PUTI Q1), DRPM UI
16	<i>Diabetic Retinopathy Detection in Retinal Fundus using Deep Learning</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks Internasional Sain Teknologi Dan Kesehatan (PUTI SAINTEKES Q4), DRPM UI
17	<i>Adaptive Chatbot Development in Indonesian Patient Medical Consultation Records Datasets</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks Internasional (PUTI) Prosiding, DRPM UI

18	<i>Analysis of Differentiated Gene Expression in Microarray Data using the BicMix Model</i>	2020	Peneliti Utama, Hibah Publikasi Terindeks Internasional Q2 (PUTI Q2), DRPM UI
19	<i>Computer-Aided Diagnosis (CAD) Untuk Pendeteksian Dini Diabetic Retinopathy</i>	2019	Peneliti Utama, Hibah PTUPT DIKTI Kemenristekdikti
20	Penerapan Metode Berbasis <i>Machine Learning</i> pada <i>Drug Design</i>	2019	Peneliti Utama, Hibah PITTA B, DRPM UI
21	Penerapan <i>Biomedical Imaging</i> , <i>Genomics</i> , dan Komputasi Lanjut untuk Pengembangan Biomarker Penyakit Endemik	2019	Peneliti Utama, Hibah QQ UI, DRPM UI
22	Konstruksi <i>Machine Learning</i> Baru Berbasis Kernel Untuk Klasifikasi Jenis Data Kanker	2019	Peneliti Anggota, Hibah PDUPT, DRPM UI
23	Pengembangan <i>Genomic Biomarker</i> dengan Pendekatan <i>Data Science</i> untuk Analisa Penyakit Diabetes dan Kanker	2019	Peneliti Utama, Hibah PDUPT, DRPM UI
24	Penemuan Senyawa Peptida Sebagai Inhibitor Potensial Enzim <i>Endoplasmic Reticulum Processing <math>\alpha</math>-Glucosidase I dan II: Studi in Silico dan In Vitro</i>	2019	Peneliti Anggota, Hibah World Class Research, DRPM UI
25	Pengembangan <i>Integrated Smart Portable Telehealth USG System</i> untuk Meningkatkan Indeks Kesehatan Ibu dan Bayi di Indonesia	2019	Peneliti Anggota, Hibah Konsorsium Riset Unggulan Perguruan Tinggi 2019, Ristekdikti
26	Penerapan Metode Berbasis Bayesian pada Analisa Data Neurologi	2019	Peneliti Utama, Hibah PITTA A, DRPM UI
27	Pengembangan <i>Genomic Biomarker</i> Dengan Pendekatan <i>Data Science</i> Untuk Analisa Penyakit Diabetes Dan Kanker	2018 – 2021	Peneliti Utama, Hibah PDUPT DIKTI Kemenristekdikti
28	<i>Integrating Powerful Graphical Processing Unit into Cloud computing prototype platform to support drug discovery processes based on Indonesia medical plants</i>	2018	Peneliti Anggota, Hibah PTUPT, DRPM UI
29	Konstruksi <i>Machine Learning</i> Baru Berbasis Kernel Untuk Klasifikasi Jenis Data Kanker	2018	Peneliti Anggota, Hibah PDUPT, DRPM UI
30	Studi Genomik dan Epidemiologi Berbasis Pemodelan Komputasi Tingkat Lanjut dan Analisis Data pada Penyakit Endemia dan Penyakit Kronis	2018	Peneliti Utama, Hibah PDUPT, DRPM UI
31	<i>Analisa Multimodal Data Menggunakan Fundus Image dan Protein Sequence dalam Mendeteksi Diabetic Retinopathy</i>	2018	Peneliti Utama, Hibah PDUPT, DRPM UI
32	Implementasi Metode <i>Spectral Clustering-Partitioning Around</i>	2017	Peneliti Utama, Hibah PITTA UI, UI

	<i>Medoids (PAM)</i> dengan Algoritma Similaritas Paralel Berbasis CUDA Pada Data Microarray Gen Karsinoma		
33	Penerapan Algoritma Optimisasi untuk Menganalisa Jaringan Interaksi Protein-Protein dengan Metode <i>Clustering</i> pada Virus HIV	2017	Peneliti Utama, Hibah PITTA UI, UI
34	Implementasi <i>Hybrid Clustering</i> Berdasarkan <i>Algoritma Partitioning Around Medoids (PAM)</i> dan <i>Divisive Analysis (DIANA)</i> untuk Menganalisis Kekebalan DNA-HPV	2017	Peneliti Anggota, Hibah PITTA UI, UI
35	Analisa Multimodal Data Menggunakan <i>Fundus Image</i> dan <i>Protein Sequence</i> dalam Mendeteksi <i>Diabetic Retinopathy</i>	2017	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, UI
36	Peningkatan Kinerja Komputasi dalam Pendeteksian <i>Diabetic Retinopathy</i> Melalui Data Ekspresi Gen Menggunakan Metode <i>Parallel Two-Phase Biclustering</i>	2016	Peneliti Utama, Hibah PITTA, UI
37	Studi Genomik Dan Epidemiologi Berbasis Pemodelan Komputasi Tingkat Lanjut Dan Analisis Data Pada Penyakit Endemik	2016	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, UI
38	Perspektif Baru dalam Proses <i>Clustering</i> Data Besar Jaringan Menggunakan Matriks <i>Antiadjacency</i>	2016 - 2015	Peneliti Anggota, Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, UI
39	Pengembangan Lingkungan Komputasi MULTI-GPU untuk meningkatkan kinerja proses simulasi dinamika molekul sebagai bagian dari proses perancang anti-Malaria yang berasal dari tanaman obat Indonesia	2016	Peneliti Anggota, Hibah Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi, DRPM UI
40	Penerapan Metode Pengelompokan HOPACH untuk Menganalisa Kekebalan Virus EBOLA	2015	Peneliti Utama, Hibah Pascasarjana UI, UI
41	Pengelompokan Virus Herpes Menggunakan <i>TRIBE-MA Clustering (TRIBE-MCL)</i>	2015	Peneliti Utama, Hibah Pascasarjana UI II, UI
42	Penerapan <i>quaternion</i> dan <i>advanced computing berbasis massively parallel processors</i> untuk meningkatkan akurasi dan kinerja dari algoritma pensejajaran barisan DNA dan menghasilkan aplikasi bioinformatika berkinerja tinggi	2014	Peneliti Utama, Hibah Riset Unggulan Perguruan Tinggi BOPTN, UI
43	Pengembangan Lingkungan Komputasi GPU untuk Meningkatkan Kinerja Simulasi Dinamika Molekul Protein dengan Aplikasi AMBER sebagai Bagian Proses Perancangan Antimalaria	2014	Peneliti Anggota, Hibah Riset Unggulan PT Prioritas, DIKTI

	yang Berasal dari Tanaman Obat Indonesia		
44	Penerapan <i>quaternion dan advanced computing berbasis massively parallel processors</i> untuk meningkatkan akurasi dan kinerja dari algoritma pensejajaran barisan DNA dan menghasilkan aplikasi bioinformatika berkinerja tinggi	2013	Peneliti Anggota, Hibah Riset Unggulan Perguruan Tinggi BOPTN 2013, UI
45	Hibah Riset Utama UI	2013	Peneliti Utama, Hibah Riset Utama UI, UI
46	Pengembangan lingkungan komputasi GPU untuk meningkatkan kinerja simulasi dinamika molekul protein dengan aplikasi AMBER sebagai bagian proses perancangan antimalaria yang berasal dari Tanaman Obat Indonesia	2013	Peneliti Utama, Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, DIKTI
47	<i>The Development of Cloud computing prototype platform to support drug discovery processes based on Indonesia medical plants</i>	2013	Peneliti Anggota, Hibah Penelitian Kerjasama Luar Negeri, UI, UQ, Oxford Uni
48	Hibah Penelitian Kerjasama Luar Negeri	2013	Peneliti Anggota, Hibah Penelitian Kerjasama Luar Negeri, UI, UQ, Oxford Uni
49	Hibah Riset Awal UI	2012	Peneliti Anggota, Hibah Riset Awal UI, UI
50	Penerapan <i>Advanced Computing Berbasis Massively Parallel Processors</i> pada Algoritma Klaster Markov untuk Aplikasi Bioinformatika Berkinerja Tinggi	2011	Peneliti Utama, Hibah Riset Awal UI, UI

## 8. Partisipasi dalam Seminar

No	Deskripsi	Tahun	Waktu dan Tempat
<b>Seminar Ilmiah</b>			
1.	Triyadi, A. B., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., “ <i>Deep Learning in Image Classification using VGG-19 and Residual Networks for Cataract Detection</i> ”	2022	2nd International Conference on Information Technology and Education (ICIT&E), 22 Januari 2022, Malang, Indonesia
2.	Prawira, R., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., “ <i>Multi Label Classification of Retinal Disease on Fundus Images using AlexNet and VGG16 Architectures</i> ”	2021	4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), Daring, 16-17 Desember 2021, Indonesia

3	Lumbantoruan, A. A., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., “ <i>Retinal Disease for Clasification Multilabel with Applying Convolutional Neural Networks Based Support Vector Machine and DenseNet</i> ”	2021	4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), Virtual, 16-17 Desember 2021, Indonesia
4	Himami, Z. R., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., “ <i>Deep Learning in Image Classification using Dense Networks and Residual Networks for Pathologic Myopia Detection</i> ”	2021	International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics Virtual, 27-29 Oktober 2021, Universitas Padjajaran, Jawa Barat, Indonesia
5	Paradisa, R. H., <b>Bustamam, A.</b> , Victor, A. A., Yudantha, A. R., Sarwinda, D., “ <i>Diabetic Retinopathy Detection using Deep Convolutional Neural Network with Visualization of Guided Grad-CA</i> ”	2021	4th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE), Virtual, 14-15 September 2021, Depok, Indonesia
6	Hastuti, E. T., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., Amalia, R., Salma, A., “ <i>Performance of True Transfer Learning using CNN DenseNet121 for COVID-19 Detection from Chest X-Ray Images</i> ”	2021	International Conference on Health, Instrumentation & Measurement, and Natural Sciences (InHeNce), Virtual, 14-16 Juli 2021, Pekanbaru, Indonesia
7	<b>Bustamam, A.</b> , Yanuar, A., Mangunwardoyo, W., Anki, P., Amalia, R., “ <i>Comparison accuracy of multi-layer perceptron and DNN in QSAR classification for acetylcholinesterase inhibitors</i> ”	2021	International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), Virtual, 28-30 April 2021
8	Ulfa, A., <b>Bustamam, A.</b> , Yanuar, A., Amalia, R., Anki, P., “ <i>Model QSAR Classification Using ConvID-LSTM of Dipeptidyl Peptidase-4 Inhibitors</i> ”	2021	International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), Virtual, 28-30 April 2021
9	<b>Bustamam, A.</b> , Yanuar, A., Mangunwardoyo, W., “ <i>One-Dimensional Convolutional Neural Network Method as The Predicting Model for Interactions Between Drug and Protein on Heterogeneous Network</i> ”	2021	International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), Virtual, 28-30 April 2021



10	Salma, A., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., “ <i>Diabetic Retinopathy Detection Using GoogleNet Architecture of Convolutional Neural Network Through Fundus Images</i> ”	2021	Bioinformatics and Biodiversity Conferences (BBC)
11	Mangunwardoyo, W., <b>Bustamam, A.</b> , Anki, P., Yanuar, A., Amalia, R., “ <i>Comparison Accuracy of Multi-Layer Perceptron and DNN in QSAR Classification for Acetylcholinesterase Inhibitors</i> ”	2021	International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS), Virtual, 28-30 April 2021
12	Hilmizen, N., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., “ <i>The multimodal deep learning for diagnosing COVID-19 pneumonia from chest CT-scan and X-ray images</i> ”	2020	3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI), Virtual, 10 Desember 2020, Yogyakarta, Indonesia
13	Berliana, A. U., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Implementation of stacking ensemble learning for classification of COVID-19 using image dataset CT scan and lung X-Ray</i> ”	2020	3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Virtual, 24-25 November 2020, Yogyakarta, Indonesia
14	Rohmah, L. N., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Improved classification of coronavirus disease (covid-19) based on combination of texture features using ct scan and x-ray images</i> ”	2020	3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Virtual, 24-25 November 2020, Yogyakarta, Indonesia
15	Paradisa, R. H., Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , Argyadiva, T., “ <i>Classification of Diabetic Retinopathy through Deep Feature Extraction and Classic Machine Learning Approach</i> ”	2020	3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Virtual, 24-25 November 2020, Yogyakarta, Indonesia
16	Anki, P., <b>Bustamam, A.</b> , Al-Ash, H. S., Sarwinda, D., “ <i>High Accuracy Conversational AI Chatbot Using Deep Recurrent Neural Networks Based on BiLSTM Model</i> ”	2020	3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Virtual, 24-25 November 2020, Yogyakarta, Indonesia
17	Siswantining, T., Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>RFE and Chi-Square Based Feature Selection Approach for Detection of Diabetic Retinopathy</i> ”	2020	International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020), Virtual,

			3 Oktober 2020, Surabaya, Indonesia
18	Latief, M. A., <b>Bustamam, A.</b> , Siswantining, T., <i>“Performance Evaluation XGBoost in Handling Missing Value on Classification of Hepatocellular Carcinoma Gene Expression Data”</i>	2020	4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), Virtual, 10-11 November 2020, Semarang, Indonesia
19	Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , Paradisa, R. H., Argyadiva, T., Mangunwardoyo, W. <i>“Analysis of Deep Feature Extraction for Colorectal Cancer Detection”</i>	2020	4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), Virtual, 10-11 November 2020, Semarang, Indonesia
20	Hamzah, H., <b>Bustamam, A.</b> , Yanuar, A., Sarwinda, D., <i>“Predicting the molecular structure relationship and the biological activity of dpp-4 inhibitor using deep neural network with catboost method as feature selection”</i>	2020	International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS), Virtual, 17-18 Oktober 2020, Depok, Indonesia
21	Santika, M. W. D., Ma'sum, M. A., Kekalih, A., <b>Bustamam, A.</b> , Krisnadhi, A. A., Setiawan, N. A., Suarjaya, I. M. A. D., Nurhadiyah, A., Jatmiko, W., <i>“Fast Ellipse Fitting Implementation on USG Mobile Telehealth Application”</i>	2020	International Workshop on Big Data and Information Security (IWBSIS), Virtual, 17-18 Oktober 2020, Depok, Indonesia
22	Sunggawa, M. I., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., Tampubolon, P.P., Mangunwardoyo, W., <i>“Prediction of Protein-Protein Interactions between HIV-1 and Human using Support Vector Machine Combined with Multivariate Mutual Information”</i>	2020	3rd International Conference on Biomedical Engineering (IBIOMED), 22-23 Juli 2020, Yogyakarta, Indonesia
23	Dwimantara, N., Abdullah, S., <b>Bustamam, A.</b> , Rachman, A., <i>“Implementation of Bayesian Mixture Models in identifying subpopulation of breast cancer patients based on blood test measurements”</i>	2019	Soedirman's International Conference on Mathematics and Applied Sciences (SICoMAS), 23-24 October 2019, Purwokerto, Indonesia
24	Christopher, S. Z., Siswantining, T., Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , <i>“Missing value analysis of numerical data using fractional hot deck imputation”</i>	2019	3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), 29-30 Oktober 2019, Semarang, Indonesia
25	Latief, M. A., Siswantining, T., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., <i>“A comparative performance evaluation of random forest feature selection on classification of</i>	2019	3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS),

	<i>hepatocellular carcinoma gene expression data</i>		29-30 Oktober 2019, Semarang, Indonesia
26	Al-Ash, H. S., Putri, M. F., Mursanto, P., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Ensemble learning approach on indonesian fake news classification</i> ”	2019	3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), 29-30 Oktober 2019, Semarang, Indonesia
27	Intan, P. R. D., Ma’sum, M. A., Alfiany, N., Jatmiko, W., Kekalih, A., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Ensemble learning versus deep learning for Hypoxia detection in CTG signal</i> ”	2019	International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS), 11-12 Oktober 2019, Bali, Indonesia
28	Gunawan, T. S., Al-Ash, H. S., Arymurthy, A. M., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Image Cryptography using Complex Quadratic Map</i> ”	2019	International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS), 11-12 Oktober 2019, Bali, Indonesia
29	Yanuar, A., Hermansyah, O., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>QSAR Modeling for Prediction of pIC50 DPP-4 Inhibitors with Machine Learning Method</i> ”	2019	Asian Federation for Pharmaceutical Sciences (AFPS), 23-27 Oktober 2019, Bali, Indonesia
30	Al-Ash, H. S., Putri, M. F., Arymurthy, A. M., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>An Ensemble Learning Approach on Indonesian Wind Speed Regression</i> ”	2019	12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS), 18 Juli 2019, Surabaya, Indonesia
31	Al-Ash, H. S., Fanany, I., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Indonesian Protected Health Information Removal using Named Entity Recognition</i> ”	2019	12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS), 18 Juli 2019, Surabaya, Indonesia
32	Sarwinda, D., Siswantining, T., <b>Bustamam, A.</b> , “ <i>Classification of diabetic retinopathy stages using histogram of oriented gradients and shallow learning</i> ”	2018	2018 International conference on computer, control, informatics, and its applications (IC3INA), 1-2 November 2018 Jakarta Selatan, Indonesia
33	Merina, S., <b>Bustamam, A.</b> , Ardaneswari, G., “ <i>Implementation of The Binary Inclusion-Maximal Biclustering Algorithm on Adenoma Microarray Gene Expression Data</i> ”	2018	2nd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), 30-31 Oktober 2018, Semarang, Indonesia

34	Aldila, D., Rahmawati, F. T., <b>Bustamam, A.</b> , “A Mathematical Model of Paradoxical Reaction to Chemotherapy for Tuberculosis”	2018	MISEIC 2018, 21 Juli 2018, Semarang, Indonesia
35	Aldila, D., Ramadhan, M. K., <b>Bustamam, A.</b> , “Analyzing Disease Incidence Data Through an Optimal Control Problem”	2018	MISEIC 2018, 21 Juli 2018, Semarang, Indonesia
36	Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , “3D-HOG Features–Based Classification using MRI Images to Early Diagnosis of Alzheimer’s Disease”	2018	17th International Conference on Computer and Information Science (ICIS), 6-8 Juni 2018, Singapura
37	Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , Wibisono, A., “A complete modelling of Local Binary Pattern for detection of diabetic retinopathy”	2018	1st International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS), 30-31 Oktober 2018, Semarang, Indonesia
38	Sarwinda, D., <b>Bustamam, A.</b> , Arymurthy, A. M., “Fundus image texture features analysis in diabetic retinopathy diagnosis”	2017	2017 Eleventh International Conference on Sensing Technology (ICST), 4-6 Desember 2017, Sydney, Australia
39	Abdillah, B., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., “Classification of diabetic retinopathy through texture features analysis”	2017	2017 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICAC SIS), 28-29 Oktober 2017, Jakarta Utara, Indonesia
40	Iskandar, A. A., <b>Bustamam, A.</b> , Trimarsanto, H. “Short segment search method for phylogenetic analysis using nested sliding windows”	2016	The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016), 25-29 Juli 2016, Bali, Indonesia
41	Ardaneswari, G., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., “Implementation of plaid model biclustering method on microarray of carcinoma and adenoma tumor gene expression data”	2016	The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016), 25-29 Juli 2016, Bali, Indonesia
42	Abdillah, B., <b>Bustamam, A.</b> , Sarwinda, D., “Image processing-based detection of lung cancer on CT scan images”	2016	The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016), 25-29 Juli 2016, Bali, Indonesia

## 9. Kegiatan Pengabdian Masyarakat

No	Tahun	Posisi	Jenis Kegiatan
1	2022	Narasumber	Kuliah Umum: Understanding Beyond Your Data: The Future of Big Data, Data Science and Artificial Intelligence in Reshaping Our Lives, 14 Juli 2022
2	2021	Panelis	Focus Group Discussion of Medical Data and Telehealth Issues in Indonesia (The 6 <sup>th</sup> International Workshop on Big Data and Information Security), Oktober 2021
3	2021	Pendamping Guru dan Tenaga Pendidik	Learning Management System dan Pelatihan IT di SMA Negeri 53 Jakarta, November 2021
4	2021	Anggota	Kerjasama Vaksinasi dan Pemanfaatan Telemedicine untuk Pengabdian Masyarakat di Kampung Baduy Banten Kerjasama UI (RS UI, Makara, UI Advisory dan DSC), Kemenkes dan PUB (Perkumpulan Urang Banten), Oktober 2021
5	2018	Peserta	Mini Workshop "An Introduction to R, 4 April 2018
6	2018	Peserta	Bioinformatics Colloquium: Seminar Session, 3 April 2018
7	2017	Narasumber	Kuliah Tamu, 27 November 2017
8	2017	Narasumber	Stadium Generale Prodi Sarjana Matematika UNJ, 12 November 2017
9	2017	Peserta	PAI International Conference, 24 Oktober 2017
10	2017	Narasumber	Workshop in Bioinformatics, 22 September 2017
11	2017	Pembicara	The International Symposium on BioMathematics (Symomath) 2017, 27 Agustus 2017
12	2017	Pembicara & Moderator	The 3rd International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences 2017, 26 Juli 2017
13	2017	Peserta	ISCPMS 2017, 26 Juli 2017
14	2016	Pembicara, Panitia & Peserta	The 2 <sup>nd</sup> International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences 2016, 6 November 2016
15	2016	Pembicara	The International Symposium on BioMathematics (Symomath) 2016, 7 Oktober 2016
16	2016	Peserta	The 4th International Symposium on Biomathematics (SYMOMATH 2016), 7 Oktober 2016
17	2016	Pembicara, Panitia & Peserta	Asian Mathematical Conference 2016, 25 Juli 2016
18	2015	Pembicara	The International Symposium on BioMathematics (Symomath) 2015, 6 November 2015
19	2015	Peserta	The 3rd International Symposium on Biomathematics (SYMOMATH 2015), 4 November 2015
20	2015	Pembicara, Panitia & Peserta	The 3rd International Conference on Mathematics and Its Applications (IICMA 2015), 3 November 2015
21	2015	Pembicara	The 7th International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems, 10 Oktober 2015
22	2015	Peserta	OJK International Conference, 7 September 2015

23	2015	Pemakalah	Seminar Nasional Matematika 2015, 6 Juni 2015
24	2015	Peserta	Rapat Koordinasi Pengurus IndoMS Pusat Periode 2014-2016, 23 Mei 2015
25	2015	Pembicara	Seminar Nasional Matematika 2015, 18 Mei 2015
26	2015	Peserta	Semirata 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat, 7 Mei 2015
27	2014	Pembicara & Moderator	Semnas MIPAnet 2014 dan Sarasehan IndoMS Wilayah Jabar, DKI Jakarta dan Banten, 10 Desember 2014
28	2014	Pembicara	International Conference on Statistics and Mathematics 2014, 28 November 2014
27	2014	Peserta	FGD Hibah Riset Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional "SPH and Ale Methods for Fluid Structure Interaction Problems", 17 November 2014
30	2014	Peserta	Stadium Generale "Mathematics is Queen of Science and Servant of All Science", 8 Oktober 2014
31	2014	Pembicara	Konferensi Nasional Matematika KNM XVII 2014, 11 Juni 2014
32	2014	Peserta	One Day Workshop on Sustainability, 2 Juni 2014
33	2014	Peserta	Konferensi Nasional Matematika XVII, 1 Juni 2014
34	2014	Peserta	Semirata 2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat, 9 Mei 2014
35	2014	Pembicara & Moderator	Seminar Nasional Matematika 2014, 1 Februari 2014
36	2013	Pembicara	Southeast Asia International Joint Research and Training Program (SEAIP 2013), 2 Desember 2013
37	2013	Pembicara & Moderator	The 2nd IndoMS International Conference on Mathematics and Its Applications, 6 November 2013
38	2013	Pembicara	International Conference on Advanced Computer Science and Information Technology (ICACISIS) 2013, 28 September 2013
39	2013	Peserta	2013 International Conference on Advanced Computer science and Information System, 28 September 2013
40	2012	Narasumber	Sarasehan Bioinformatika Departemen Matematika FMIPA UI, 8 November 2012
41	2012	Panitia	International Workshop on Graph Labelling (IWOGL) 2012, 23 April 2012
42	2010	Pembicara	Second International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies - ACT 2010, 2 Desember 2010
43	2010	Pembicara	High Performance Computational System Biology (HiBi2010), 30 September 2010
44	2009	Pembicara	ICMSA 2009, 9-10 June 2009 Bukittinggi, West Sumatera, Indonesia, 9 Juni 2009
45	2008	Narasumber	GIW 2008 1-3 December 2008 Gold Coast, Australia, 1 Desember 2008
46	2007	Narasumber	BioInfoSummer07, ICE-EM Summer Symposium in BioInformatics, 10-14 December 2007
47	2007	Narasumber	ARC Centre of Excellent in Bioinformatics and the Bioinformatics New Zealand (ACB-BI NZ)



			Bioinformatics Student Symposium 2007, 25-26 October 2007
48	2007	Narasumber	Bioinformatics Australia 2007 Conference, 23-24 October 2007
49	2007	Narasumber	QANZIAM (Queensland Branch of Australian and New Zealand Industrial and Applied Mathematics) Meeting 2007, 20-21 October 2007
50	2007	Narasumber	Annual Poster Day, School of Physical Sciences, 21 September 2007
51	2007	Narasumber	The 12th National Conference on Mathematics. Udayana University, 24-27 July 2004
52	2007	Narasumber	PhD confirmation seminar, 22 June 2007
53	2004	Narasumber	MIPAnet meeting, 11 November 2004
54	2002	Narasumber	National Conference on Computer and Intelligence System (KOMMIT 2002), 21-22 Agustus 2002
55	2002	Narasumber	The 3 <sup>rd</sup> National Conference on Computer Science and Information Technology (SNIKTI), Agustus 2002
56	2002	Narasumber	The 13th Conference on Computational in Science and Nuclear Technology, 3-4 Juli 2002
57	2001	Narasumber	The 12th Conference on Computational in Science and Nuclear Technology, 4-5 Juli 2001
58	1999	Narasumber	The Fourth Asian Technology Conference in Mathematics ATCM'99, 17-21 December 1999
59	1999	Narasumber	International Conference on Mathematics and Its Applications SEAM-GMU, 9-21 July 1999

## 10. Penghargaan/Paten/HKI

No	Nama Penghargaan/HKI/Paten	Tahun	Keterangan
1	Lecture Note Award (Partial Differential Equation and Boundary Problems: The Analytical and Numerical Solutions: co-author with Mr. Ponidi M. Si)	2003	QUE Project, Department of mathematics, FMIPA UI
2	Hibah riset Awal UI	2011	Hibah Riset Awal UI dari DRPM UI
3	Penghargaan Peneliti Potensial Jurnal International Berimpact Factor	2013	Universitas Indonesia
4	Tanda Kehormatan Satyalanca Karya Satya	2015	Republik Indonesia
5	Patent "Metode Pra-Pemrosesan High-Level Language untuk Memparalelkan Nested-Loop 2-Level pada Prosesor Multi-Inti" No: IDS000002088 Date: 16 January 2019)	2019	Republik Indonesia
6	Peneliti UI dalam Top 500 SINTA 2020	2020	Kemendikbud RI

## 11. Daftar Bimbingan Program Doktor/Magister/Sarjana

No	Status	Nama Mahasiswa	Posisi
----	--------	----------------	--------

<b>Daftar Mahasiswa Bimbingan S3</b>			
1		Tri Handika	Ko-Promotor
2		Murni	Ko-Promotor
<b>Daftar Mahasiswa Bimbingan S2</b>			
1	Lulus 2017	Diyah septi andryani	Pembimbing Utama
2	Lulus 2017	Frisca	Pembimbing Utama
3	Lulus 2017	Khoirul umam	Pembimbing Utama
4	Lulus 2017	Mentari dian arimbi	Pembimbing Utama
5	Lulus 2017	Gianinna ardaneswari	Pembimbing Utama
6	Lulus 2017	Rosalia deviana cahyaningrum	Pembimbing Utama
7	Lulus 2017	Hendy fergus atheri hura	Pembimbing Utama
8	Lulus 2017	M. Abdul rivai	Pembimbing Utama
9	Lulus 2018	Mohamad irvan septiar musti	Pembimbing Utama
10	Lulus 2018	Shirley aprilia	Pembimbing Utama
11	Lulus 2018	Soeganda formalidin	Pembimbing Utama
12	Lulus 2018	Sofia debi puspa	Pembimbing Utama
13	Lulus 2018	Soya febeauty yama otantia pradini	Pembimbing Utama
14	Lulus 2018	Vira yustia nurazmi	Pembimbing Utama
15	Lulus 2018	Fahrezal zubedi	Pembimbing Utama
16	Lulus 2018	Ida mujtahidah	Pembimbing Utama
17	Lulus 2018	M syamsuddin wisnu broto	Pembimbing Utama
18	Lulus 2018	Selly anastassia amellia kharis	Pembimbing Utama
19	Lulus 2018	Susilo hartomo	Pembimbing Utama
20	Lulus 2018	Soya febeauty yama otantia pradini	Pembimbing Utama
21	Lulus 2019	Nyoman arda wibawa	Pembimbing Utama
22	Lulus 2019	Olivia swasti	Pembimbing Utama
23	Lulus 2019	Patuan tampubolon	Pembimbing Utama
24	Lulus 2019	Nuning setyaningrum	Pembimbing Utama
25	Lulus 2019	Tesdiq prigel kaloka	Pembimbing Utama
26	Lulus 2019	Theresia bunga palang wutun	Pembimbing Utama
27	Lulus 2020	Ely sudarsono	Pembimbing Utama
28	Lulus 2020	Mas andam syarifah	Pembimbing Utama
29	Lulus 2020	Moh. Abdul latief	Pembimbing Utama
30	Lulus 2020	Nadya asanul husna	Pembimbing Utama
31	Lulus 2020	Nalendra dwimantara	Pembimbing Utama
32	Lulus 2020	Sarah syarofina	Pembimbing Utama
33	Lulus 2020	Anggrainy togi marito siregar	Pembimbing Utama
34	Lulus 2020	Elke annisa octaria	Pembimbing Kedua
35	Lulus 2020	Haris hamzah	Pembimbing Utama
36	Lulus 2020	Permatasari silitonga	Pembimbing Kedua
37	Lulus 2021	Mohamad irlin sunggawa	Pembimbing Utama
38	Lulus 2021	Amnia salma	Pembimbing Utama
39	Lulus 2021	Rizka amalia	Pembimbing Utama
40	Lulus 2021	Evander banjarnahor	Pembimbing Utama
41	Lulus 2021	Prasnurzaki anki	Pembimbing Utama
42	Lulus 2021	Helmanita kibtia	Pembimbing Kedua
43	Lulus 2021	Annisa utama berliana	Pembimbing Utama

44	Lulus 2021	Adawiyah ulfa	Pembimbing Utama
45	Lulus 2021	Aminatuzuhriah rizki	Pembimbing Utama
46	Lulus 2021	Endang tri hastuti	Pembimbing Utama
47	Lulus 2021	Luqy nailur rohmah	Pembimbing Utama
48	Lulus 2021	Mushliha	Pembimbing Utama
49	Lulus 2021	Risda afriyani	Pembimbing Utama
50	Lulus 2021	Alrafiful rahman	Pembimbing Utama
51	Lulus 2021	Iswahyuli	Pembimbing Utama
52	Lulus 2021	Naufal hilmizen	Pembimbing Utama
53	Lulus 2021	Sylvi ananda pratiwi	Pembimbing Utama
54	Lulus 2022	Raju parlindungan s	Pembimbing Utama
55	Lulus 2022	Dennis alexander	Pembimbing Kedua
56	Lulus 2022	Nadya devana	Pembimbing Kedua
57	Lulus 2022	Radifa hilya paradisa	Pembimbing Utama
<b>Daftar Mahasiswa Bimbingan S1</b>			
1	Lulus 2016	Muhammad Wildan	Pembimbing Utama
2	Lulus 2016	Alethea Yuwanda Murtiningrum	Pembimbing Kedua
3	Lulus 2016	Rizky Ginanjar	Pembimbing Utama
4	Lulus 2017	Putri Agriani Dumbela	Pembimbing Kedua
5	Lulus 2017	Pray Somaldo	Pembimbing Utama
6	Lulus 2018	Zenica Oktafia Ningrum	Pembimbing Kedua
7	Lulus 2018	Dewi Holilah	Pembimbing Utama
8	Lulus 2018	Singgih Pansawira	Pembimbing Utama
9	Lulus 2018	Azizah Awaliah	Pembimbing Kedua
10	Lulus 2018	Umi Khulsum	Pembimbing Utama
11	Lulus 2018	Syamira Merina	Pembimbing Utama
12	Lulus 2018	Rohmat Setiawan	Pembimbing Kedua
13	Lulus 2018	Hamimah	Pembimbing Kedua
14	Lulus 2018	Zahra Alya Sari Ryanto	Pembimbing Kedua
15	Lulus 2018	Febriana Tri Rahmawati	Pembimbing Kedua
16	Lulus 2018	Shinta Rahmayani. A	Pembimbing Kedua
17	Lulus 2019	Alif Karnadi Yulvianto	Pembimbing Utama
18	Lulus 2019	Julius Permana	Pembimbing Utama
19	Lulus 2019	Edo Krisna Dewandono	Pembimbing Utama
20	Lulus 2019	Anas Bachtiar	Pembimbing Utama
21	Lulus 2019	Ismail	Pembimbing Utama
22	Lulus 2020	Radifa Hilya Paradisa	Pembimbing Utama
23	Lulus 2020	Prasnuzaki Anki	Pembimbing Utama
24	Lulus 2020	Heri Kurnia Andika	Pembimbing Utama
25	Lulus 2021	Rahmat Faisal	Pembimbing Utama
26	Lulus 2021	Raisya Faradesy Yudhaprasetya	Pembimbing Utama
27	Lulus 2021	Mega Fransiska	Pembimbing Utama
28	Lulus 2021	Wilmay Armianty Golden Utomo	Pembimbing Utama
29	Lulus 2021	Ramdhan Malik Ibrahim	Pembimbing Utama
30	Lulus 2021	Terry Argyadiva	Pembimbing Utama
31	Lulus 2021	Amin Nur Ambarwati	Pembimbing Utama
32	Lulus 2021	Nisfan Efendi	Pembimbing Utama

33	Lulus 2021	Muslar Alibasaya	Pembimbing Utama
34	Lulus 2021	Filzahanti Nuha Ramadhani	Pembimbing Utama
35	Lulus 2021	Muhammad Usamah	Pembimbing Utama
36	Lulus 2021	Mahesa Oktareza	Pembimbing Utama
37	Lulus 2022	Havista Razaqli Kurniawan	Pembimbing Utama
38	Lulus 2022	Ardanareswari Chaerani	Pembimbing Utama
39	Lulus 2022	Rezika Damayanti	Pembimbing Utama
40	Lulus 2022	Ira Salsabila Rohadatul 'Aisy	Pembimbing Utama

## 12. Daftar Publikasi

### 12.1. Jurnal Internasional (Bereputasi)

1. **Bustamam, A.**, Sunggawa, M. I., Siswantining, T., “*Performance of multivariate mutual information and autocorrelation encoding methods for the prediction of protein-protein interactions*”, **IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)**, Vol. 11, No.2, 2022, p. 773-786.
2. Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., Soemartojo, S. M., Latief, M. A., Octaria, E. A., Siregar, A. T. M., Septa, O., Al-Ash, H. S., Saputra, N., “*Triclustering method for finding biomarkers in human immunodeficiency virus-1 gene expression data*”, **Mathematical Biosciences and Engineering**, Vol. 19 (7), 2022, p. 6743-6763.
3. Paradisa, R. H., **Bustamam, A.**, Mangunwardoyo, W., Victor, A. A., Yudhanta, A. R., Anki, P., “*Deep Feature Vectors Concatenation for Eye Disease Detection Using Fundus Image*”, **Electronics (MDPI)**, Vol. 11 (1), 2021, p.23.
4. Hermansyah, O., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., “*Virtual screening of dipeptidyl peptidase-4 inhibitors using quantitative structure–activity relationship-based artificial intelligence and molecular docking of hit compounds*”, **Computational Biology and Chemistry**, Vol. 95, 2021, p. 107597.
5. **Bustamam, A.**, Hamzah, H., Husna, N. A., Syarofina, S., Dwimantara, N., Yanuar, A., Sarwinda, D., “*Artificial intelligence paradigm for ligand-based virtual screening on the drug discovery of type 2 diabetes mellitus*”, **Journal of Big Data**, Vol. 8, 2021, p.1-21.
6. Salma, A., **Bustamam, A.**, Yudantha, A. R., Victor, A. A., Mangunwardoyo, W., “*Artificial Intelligence Approach in Multiclass Diabetic Retinopathy Detection Using Convolutional Neural Network and Attention Mechanism*”, **International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications**, Vol. 13, No. 3, 2021.
7. Anki, P., **Bustamam, A.**, Buyung, R. A., “*Looking for the link between the causes of the COVID-19 disease using the multi-model application*”, **Commun. Math. Biol. Neurosci.**, Vol. 2021, Article ID 75, 2021.
8. Salma, A., **Bustamam, A.**, Yudantha, A. R., Victor, A. A., Mangunwardoyo, W., “*Diabetic Retinopathy Detection and Classification Using GoogleNet and Attention Mechanism Through Fundus Images*”, **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)**, Vol. 12, No. 14, 2021, p.590-597.
9. Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Swasti, O., Al-Ash, H. S., “*Analysis and prediction of protein interactions between HIV-1 protein and human protein using LCM-MBC algorithm combined with association rule mining*”, **Commun. Math. Biol. Neurosci.**, Vol. 2021, Article ID 64, 2021.
10. Amalia, R., **Bustamam, A.**, Yudantha, A. R., Victor, A. A., “*Diabetic retinopathy detection and captioning based on lesion features using deep learning approach*”, **Commun. Math. Biol. Neurosci.**, Vol. 2021, Article ID 59, 2021.

11. Anki, P., **Bustamam, A.**, “*Measuring the accuracy of LSTM and BiLSTM models in the application of artificial intelligence by applying chatbot programme*”, **Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science**, Vol. 23, No. 1, 2021, p. 197-205.
12. Banjarnahor, E., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., Manguwardoyo, W., “*K-Means Clustering and Analyze of SARS-CoV 2 DNA based on Multiple Encoding Vector and K-Mer Method*”, **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, Vol. 25, No. 4, 2021, p.18647-18658.
13. **Bustamam, A.**, Rustam, Z., Selly, A. A. K., Wibawa, N. A., Sarwinda, D., Husna, N. A., “*Lung cancer classification based on support vector machine-recursive feature elimination and artificial bee colony*”, **Annals of Mathematical Modeling**, Vol. 13, No. 1, 2021, p.40-52.
14. **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., Paradisa, R. H., Victor, A. A., Yudantha, A. R., Siswantining, T., “*Evaluation of convolutional neural network variants for diagnosis of diabetic retinopathy*”, **Commun. Math. Biol. Neurosci.**, Vol. 2021, Article ID 42, 2021.
15. **Bustamam, A.**, Formalidin, S., Siswantining, T., Rustam, Z., “*Finding correlated biclusters from microarray data using the modified lift algorithm based on new residue score*”, **International Journal of Data Mining and Bioinformatics (IJDMB)**, Vol. 24, No. 4, 2021, p.326-343.
16. Silitonga, P., **Bustamam, A.**, Muradi, H., Manguwardoyo, W., Dewi, B. E., “*Comparison of Dengue Predictive Models Developed using Artificial Neural Network and Discriminant Analysis with Small Dataset*”, **Applied Sciences**, Vol. 11, No. 3, 2021, p.943.
17. Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Puspa, S. D., Rustam, Z., Zubedi, F., “*Biclustering of diabetic nephropathy and diabetic retinopathy microarray data using a similarity-based biclustering algorithm*”, **International Journal of Bioinformatics Research and Applications**, Vol. 17, No. 4, 2021, p.343-362.
18. Hermansyah, O., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., “*Virtual Screening of DPP-4 Inhibitors Using QSAR-Based Artificial Intelligence and Molecular Docking of Hit Compounds to DPP-8 and DPP-9 Enzymes*”, **Research Square**, DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.2.22282/v2> , 2020.
19. **Bustamam, A.**, Siswantining, T., Kaloka, T. P., Swasti, O., “*Application of BIMAX, POLS, and LCM-MBC to find bicluster on interactions protein between HIV-1 and human*”, **Austrian Journal of Statistics**, Vol. 49, No. 3, 2020, p.1-18.
20. Kaloka, T. P., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., Abdillah, B., “*Detecting Lesion Characteristics of Diabetic Retinopathy Using Machine Learning and Computer Vision*”, **International Journal on Advanced Science, Engineering, and Information Technology (IJASEIT)**, Vol. 10, No. 4, 2020, p.1367-1373.
21. **Bustamam, A.**, Musti, M. I. S., Hartomo, S., Aprilia, S., Tampubolon, P. P., Lestari, D., “*Performance of rotation forest ensemble classifier and feature extractor in predicting protein interactions using amino acid sequences*”, **BMC genomics**, Vol. 20, No. 9, 2019, p.1-13.
22. Alatas, H., Murfi, H., **Bustamam, A.**, “*Topic detection using fuzzy c-means with nonnegative double singular value decomposition initialization*”, **Int. J. Advance Soft Compu. Appl**, Vol. 10, No. 2, 2018.
23. Suhartanto, H., Yanuar, A., Wibisono, A., Hermawan, D., **Bustamam, A.**, “*The performance of a molecular dynamics simulation for the Plasmodium falciparum enoyl-acyl carrier-protein reductase enzyme using Amber and GTX 780 and 970 double graphical processing units*”, **International Journal of Technology**, Vol. 9, No. 1, 2018, p. 150-158.

24. **Bustamam, A.,** Aldila, D., Yuwanda, A., “Understanding Dengue Control for Short- and Long-Term Intervention with a Mathematical Model Approach”, **Journal of Applied Mathematics**, doi: <https://doi.org/10.1155/2018/9674138> , 2018.
25. **Bustamam, A.,** Sarwinda, D., Ardenaswari, G., “Texture and Gene Expression Analysis of the MRI Brain in Detection of Alzheimer’s Disease”, **Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research**, Vol. 8, No. 2, 2018, p.111-120.
26. Suhartanto, H., Yanuar, A., **Bustamam, A.,** Basaruddin, T., Azizah, A. Y., Wibisono, A., Hilman, M. H., Hermawan, D., “Using Dedicated and Non-Dedicated HPC Cluster and GPU NVIDIA Tesla C2070 Cloud computing environment to simulate Molecular Dynamics of PfENR Enzyme with AMBER”, **International Journal of Advancements in Computing Technology**, Vol. 7, No. 2, 2015, p.30.
27. **Bustamam, A.,** Giannina, A., Tasman, H., Lestari, D., “Performance Evaluation of Fast Smith-Waterman Algorithm for Sequence Database Searches using CUDA GPU-Based Parallel Computing”, **Journal of Next Generation Information Technology (JNIT)**, Vol. 5, No. 2, 2014, p. 38-46.
28. Suhartanto, H., Li, X., Burrage, K., Yanuar, A., **Bustamam, A.,** Hilman, M. H., Wibisono, A., “The Development of Iterated Computing Platform to Improve User Satisfaction and Cost Efficiency of In Silico Drug Discovery Activities”, **International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT)**, Vol. 6, No. 2, 2014, p.11-20.
29. Suhartanto, H., Yanuar, A., **Bustamam, A.,** Azizah, A., Yasmin, Wibisono, A., Hilman, M. H., “Performance Analysis of Molecular Dynamics Simulation of PfENR Enzyme using AMBER on Cluster and GPU Computing Environment”, **International Journal of Advancements in Computing Technology (IJACT)**, Vol. 6, No. 2, 2014, p.68-78.

## 12.2. Prosiding Internasional (Terindeks)

1. Rahman, A., **Bustamam, A.,** “Deep learning with concatenate model to detect COVID-19 lung disease with CT scan images”, **AIP Conference Proceedings**, 2391 (1), 020002, 2022.
2. Triyadi, A. B., **Bustamam, A.,** Anki, P., “Deep Learning in Image Classification using VGG-19 and Residual Networks for Cataract Detection”, **IEEE**, 293-297, 2022, (2nd International Conference on Information Technology and Education (ICIT&E)).
3. Prawira, R., **Bustamam, A.,** Anki, P., “Multi Label Classification of Retinal Disease on Fundus Images using AlexNet and VGG16 Architectures”, **IEEE**, 464-468, 2021, (4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)).
4. Lumbantoruan, A. A., **Bustamam, A.,** Anki, P., “Retinal Disease for Clasification Multilabel with Applying Convolutional Neural Networks Based Support Vector Machine and DenseNet”, **IEEE**, 475-479, 2021, (4th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)).
5. Himami, Z. R., **Bustamam, A.,** Anki, P., “Deep Learning in Image Classification using Dense Networks and Residual Networks for Pathologic Myopia Detection”, **IEEE**, 1-6, 2021, (International Conference on Artificial Intelligence and Big Data Analytics (ICAIBDA)).

6. Paradisa, R. H., **Bustamam, A.**, Victor, A. A., Yudantha, A. R., Sarwinda, D., “*Diabetic Retinopathy Detection using Deep Convolutional Neural Network with Visualization of Guided Grad-CA*”, **IEEE**, **19-24**, **2021**, (**4th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)**).
7. Hastuti, E. T., **Bustamam, A.**, Anki, P., Amalia, R., Salma, A., “*Performance of True Transfer Learning using CNN DenseNet121 for COVID-19 Detection from Chest X-Ray Images*”, **IEEE**, **1-5**, **2021**, (**International Conference on Health, Instrumentation & Measurement, and Natural Sciences (InHeNce)**).
8. **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Mangunwardoyo, W., Anki, P., Amalia, R., “*Comparison accuracy of multi-layer perceptron and DNN in QSAR classification for acetylcholinesterase inhibitors*”, **IEEE**, **1-6**, **2021**, (**International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)**).
9. Ulfa, A., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Amalia, R., Anki, P., “*Model QSAR Classification Using Conv1D-LSTM of Dipeptidyl Peptidase-4 Inhibitors*”, **IEEE**, **1-6**, **2021**, (**International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)**).
10. **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Mangunwardoyo, W., “*One-Dimensional Convolutional Neural Network Method as The Predicting Model for Interactions Between Drug and Protein on Heterogeneous Network*”, **IEEE**, **1-6**, **2021**, (**International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)**).
11. Banjarnahor, E., **Bustamam, A.**, Mangunwardoyo, W., Sarwinda, D., “*Implementation of Hierarchical Clustering Method in Analyzing Genetic Relationship on DNA SARS-CoV-2 Sequences*”, **IOP Publishing**, **012074**, **2021**, (**Journal of Physics: Conference Series**).
12. Anki, P., **Bustamam, A.**, Al-Ash, H. S., Sarwinda, D., “*Intelligent Chatbot Adapted from Question-and-Answer System Using RNN-LSTM Model*”, **IOP Publishing**, **012001**, **2021**, (**Journal of Physics: Conference Series**).
13. Salma, A., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Diabetic Retinopathy Detection Using GoogleNet Architecture of Convolutional Neural Network Through Fundus Images*”, **Nusantara Science and Technology Proceedings**, **1-6**, **2021**, (**Bioinformatics and Biodiversity Conferences (BBC)**).
14. Mangunwardoyo, W., **Bustamam, A.**, Anki, P., Yanuar, A., Amalia, R., “*Comparison Accuracy of Multi-Layer Perceptron and DNN in QSAR Classification for Acetylcholinesterase Inhibitors*”, **IEEE**, **2021**, (**International Conference on Artificial Intelligence and Mechatronics Systems (AIMS)**).
15. Husna, N. A., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, D., “*The Drug Design for Diabetes Mellitus Type II using Rotation Forest Ensemble Classifier*”, **Elsevier, Procedia Computer Science**, **161-168**, **2021**.
16. Sarwinda, D., Paradisa, R. H., **Bustamam, A.**, Anggia, P., “*Deep learning in image classification using residual network (ResNet) variants for detection of colorectal cancer*”, **Elsevier, Procedia Computer Science**, **423-431**, **2021**.
17. Syarofina, S., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, Al-Ash, H. S., Hayat, A., “*The distance function approach on the MiniBatchKMeans algorithm for the DPP-4 inhibitors on the discovery of type 2 diabetes drugs*”, **Elsevier, Procedia Computer Science**, **127-134**, **2021**.
18. Silitonga, P., Dewi, B. E., **Bustamam, A.**, Al-Ash, H. S., “*Evaluation of Dengue Model Performances Developed Using Artificial Neural Network and Random Forest Classifiers*”, **Elsevier, Procedia Computer Science**, **135-143**, **2021**.



19. Holilah, D., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Detection of Alzheimer’s disease with segmentation approach using K-Means Clustering and Watershed Method of MRI image*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2021.**
20. Amalia, R., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Detection and description generation of diabetic retinopathy using convolutional neural network and long short-term memory*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2021.**
21. Rizki, A., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Applications of cuckoo search and ant lion optimization for analyzing protein-protein interaction through regularized Markov clustering on coronavirus*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2021.**
22. Pratiwi, S. A., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Application of soft regularized markov clustering for analyzing protein-protein interaction in sars-cov-2 and other related coronavirus*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 2021.**
23. Afriyani, R., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Analyzing protein-protein interactions of coronavirus using markov clustering with cuckoo search and ant lion optimization*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012009, 2021.**
24. Hilmizen, N., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*The multimodal deep learning for diagnosing COVID-19 pneumonia from chest CT-scan and X-ray images*”, **IEEE, 26-31, 2020, (3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)).**
25. Berliana, A. U., **Bustamam, A.**, “*Implementation of stacking ensemble learning for classification of COVID-19 using image dataset CT scan and lung X-Ray*”, **IEEE, 148-152, 2020, (3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)).**
26. Rohmah, L. N., **Bustamam, A.**, “*Improved classification of coronavirus disease (covid-19) based on combination of texture features using ct scan and x-ray images*”, **IEEE, 105-109, 2020, (3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)).**
27. Paradisa, R. H., Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, Argyadiva, T., “*Classification of Diabetic Retinopathy through Deep Feature Extraction and Classic Machine Learning Approach*”, **IEEE, 377-381, 2020, (3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)).**
28. Anki, P., **Bustamam, A.**, Al-Ash, H. S., Sarwinda, D., “*High Accuracy Conversational AI Chatbot Using Deep Recurrent Neural Networks Based on BiLSTM Model*”, **IEEE, 382-387, 2020, (3rd International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)).**
29. Siswantining, T., Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, “*RFE and Chi-Square Based Feature Selection Approach for Detection of Diabetic Retinopathy*”, **Atlantis Press, 380-386, 2020, (International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020)).**
30. Sudarsono, E., **Bustamam, A.**, Tampubolon, P. P., “*An optimized convolutional neural network using diffgrad for cataract image classification*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020090, 2020.**
31. Kibtia, H., Abdullah, S., **Bustamam, A.**, “*Comparison of random forest and support vector machine for prediction of cognitive impairment in Parkinson's disease*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020093, 2020.**
32. Hamzah, H., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, D., “*Classification analysis using support vector machine, decision tree, and neural network with principal component analysis to determine molecular structure relationship from its*

- biological activity on dipeptidyl peptidase IV inhibitors*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020092, 2020.**
33. Syarifah, M. A., **Bustamam, A.**, Tampubolon, P. P., “*Cataract classification based on fundus image using an optimized convolution neural network with lookahead optimizer*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020034, 2020.**
  34. Latief, M. A., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Performance Evaluation XGBoost in Handling Missing Value on Classification of Hepatocellular Carcinoma Gene Expression Data*”, **IEEE, 1-6, 2020, (4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
  35. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, Paradisa, R. H., Argyadiva, T., Mangunwardoyo, W. “*Analysis of Deep Feature Extraction for Colorectal Cancer Detection*”, **IEEE, 1-5, 2020, (4th International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
  36. Hamzah, H., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, D., “*Predicting the molecular structure relationship and the biological activity of dpp-4 inhibitor using deep neural network with catboost method as feature selection*”, **IEEE, 101-108, 2020, (International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACISIS)).**
  37. Santika, M. W. D., Ma'sum, M. A., Kekalih, A., **Bustamam, A.**, Krisnadhi, A. A., Setiawan, N. A., Suarjaya, I. M. A. D., Nurhadiyatna, A., Jatmiko, W., “*Fast Ellipse Fitting Implementation on USG Mobile Telehealth Application*”, **IEEE, 59-64, 2020, (International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)).**
  38. Sunggawa, M. I., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., Tampubolon, P.P., Mangunwardoyo, W., “*Prediction of Protein-Protein Interactions between HIV-1 and Human using Support Vector Machine Combined with Multivariate Mutual Information*”, **IEEE, 77-81, 2020, (3rd International Conference on Biomedical Engineering (IBIOMED)).**
  39. Octaria, E. A., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Kernel PCA and SVM-RFE based feature selection for classification of dengue microarray dataset*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030004, 2020.**
  40. Siregar, A. T. M., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Comparison of supervised models in hepatocellular carcinoma tumor classification based on expression data using principal component analysis (PCA)*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030002, 2020.**
  41. Syarofina, S., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, D., Hermansyah, O., “*Cluster analysis in prediction of biological activity and molecular structure relationship of dipeptidyl peptidase-4 inhibitors for the type two diabetes mellitus treatment*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030006, 2020.**
  42. Husna, N. A., **Bustamam, A.**, Yanuar, A., Sarwinda, D., Hermansyah, O., “*The comparison of machine learning methods for prediction study of type 2 diabetes mellitus's drug design*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030010, 2020.**
  43. Silitonga, P., Dewi, B. E., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Correlation between laboratory characteristics and clinical degree of dengue as an initial stage in a development of machine learning predictor program*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030008, 2020.**
  44. Pradini, S., **Bustamam, A.**, Rustam, Z., “*Plasmodium classification on red blood cells image using multiclass support vector machines*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 032020, 2020.**

45. Apriliana, G. D., Siswantining, T., Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, “*Analysis of data mining for classification of Obstructive Sleep Apnea in chronic obstructive pulmonary disease patients*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030023, 2020.**
46. Pansawira, S., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Classification of Diabetic Retinopathy using shallow learning approach*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030009, 2020.**
47. Dwimantara, N., Abdullah, S., **Bustamam, A.**, Rachman, A., “*Implementation of Bayesian Mixture Models in identifying subpopulation of breast cancer patients based on blood test measurements*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012012, 2020, (Soedirman's International Conference on Mathematics and Applied Sciences (SICoMAS) 2019 23-24 October 2019).**
48. Dhanar, S. M. W., Masum, M. A., Kekalih, A., **Bustamam, A.**, Krisnadh, A. A., Setiawan, N. A., Suarjaya, I. M. A. D., Nurhadiyah, A., Jatmiko, W., “*Fast Ellipse Fitting Implementation on USG Mobile Telehealth Application*”, **IEEE, 59-64, DOI: <https://doi.org/10.1109/IWBIS50925.2020.9255617> , 2020.**
49. Anwar, T., Siswantining, T., Sarwinda, D., Soemartojo, S. M., **Bustamam, A.**, “*A study on missing values imputation using K-Harmonic means algorithm: Mixed datasets*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020038, 2019.**
50. Christopher, S. Z., Siswantining, T., Sarwinda, D., **Bustaman, A.**, “*Missing value analysis of numerical data using fractional hot deck imputation*”, **IEEE, 1-6, 2019, (3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
51. Latief, M. A., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*A comparative performance evaluation of random forest feature selection on classification of hepatocellular carcinoma gene expression data*”, **IEEE, 1-6, 2019, (3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
52. Al-Ash, H. S., Putri, M. F., Mursanto, P., **Bustamam, A.**, “*Ensemble learning approach on indonesian fake news classification*”, **IEEE, 1-6, 2019, (3rd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
53. Intan, P. R. D., Ma'sum, M. A., Alfiany, N., Jatmiko, W., Kekalih, A., **Bustamam, A.**, “*Ensemble learning versus deep learning for Hypoxia detection in CTG signal*”, **IEEE, 57-62, 2019, (International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)).**
54. Gunawan, T. S., Al-Ash, H. S., Arymurthy, A. M., **Bustamam, A.**, “*Image Cryptography using Complex Quadratic Map*”, **IEEE, 97-102, 2019, (International Workshop on Big Data and Information Security (IWBIS)).**
55. Yanuar, A., Hermansyah, O., **Bustamam, A.**, “*QSAR Modeling for Prediction of pIC50 DPP-4 Inhibitors with Machine Learning Method*”, **2019, (Asian Federation for Pharmaceutical Sciences (AFPS) 2019).**
56. Al-Ash, H. S., Putri, M. F., Arymurthy, A. M., **Bustamam, A.**, “*An Ensemble Learning Approach on Indonesian Wind Speed Regression*”, **IEEE, 76-80, 2019, (12th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS)).**
57. Al-Ash, H. S., Fanany, I., **Bustamam, A.**, “*Indonesian Protected Health Information Removal using Named Entity Recognition*”, **IEEE, 258-263, 2019, (12th International conference on information & communication technology and system (ICTS)).**

58. Setiawan, R., Abdullah, S., **Bustamam, A.**, “*Survival function model estimation for parkinson disease using independent metropolis-hastings algorithm with uniform proposal distribution in bayesian inference*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012058, 2019.**
59. Krisna, E., **Bustamam, A.**, Sugeng, K. A., “*Clustering protein-protein interaction data with spectral clustering and fuzzy random walk*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012027, 2019.**
60. Kaloka, T. P., **Bustamam, A.**, Lestari, D., Mangunwardoyo, W., “*POLS algorithm to find a local bicluster on interactions between HIV-1 proteins and human proteins*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020016, 2019.**
61. Wibawa, N. A., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Differential gene co-expression network using BicMix*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020006, 2019.**
62. Wutun, T. B. P., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Implementation of factor analysis for bicluster acquisition: Sparseness projection (FABIAS) on microarray of Alzheimer’s gene expression data*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020004, 2019.**
63. Swasti, O., **Bustamam, A.**, Lestari, D., Mangunwardoyo, W., “*Biclustering protein interactions between HIV-1 proteins and humans proteins using LCM-MBC algorithm*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020015, 2019.**
64. Tampubolon, P. P., **Bustamam, A.**, Lestari, D., Mangunwardoyo, W. “*A biclustering procedure using BicBin algorithm for HIV-1 human protein interaction database in NCBF*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020008, 2019.**
65. Setyaningrum, N., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Finding correlated bicluster from gene expression data of Alzheimer disease using FABIA biclustering method*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020005, 2019.**
66. Adzima, K. R., **Bustamam, A.**, Aldila, D., “*The implementation of k-means partitioning algorithm in HOPACH clustering method*”, **IOP Publishing, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 012073, 2019.**
67. **Bustamam, A.**, Bachtiar, A., Sarwinda, D., “*Selecting Features Subsets Based on Support Vector Machine-Recursive Features Elimination and One Dimensional-Naïve Bayes Classifier using Support Vector Machines for Classification of Prostate and Breast Cancer*”, **Elsevier, Procedia Computer Science, 450-458, 2019.**
68. Sarwinda, D., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, “*Classification of diabetic retinopathy stages using histogram of oriented gradients and shallow learning*”, **IEEE, 83-87, 2018, (2018 International conference on computer, control, informatics, and its applications (IC3INA)).**
69. Awaliah, A., Abdullah, S., **Bustamam, A.**, “*Determination of Factors A with Motor Complications Frequency in People with Early Parkinson's Disease: Bayesian Method for Zero-inflated Poisson Peggession*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012021, 2018.**
70. Aldila, D., Ryanto, Z. A. S., **Bustamam, A.**, “*A mathematical model of TB control with vaccination in an age-structured susceptible population*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012050, 2018.**
71. Rahmawati, F. T., **Bustamam, A.**, Aldila, D., “*A mathematical model for chemotherapy paradoxical reaction in Tuberculosis transmission*”, **IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, 012057, 2018.**
72. Merina, S., **Bustamam, A.**, Ardaneswari, G., “*Implementation of The Binary Inclusion-Maximal Biclustering Algorithm on Adenoma Microarray Gene*

- Expression Data*”, IEEE, 1-6, 2018, (2nd International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).
73. Lestari, D., Aprilia, S., **Bustamam, A.**, “*Performance analysis of support vector machine combined with global encoding on detection of protein-protein interaction network of HIV virus*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020228, 2018.**
  74. Lestari, D., Musti, M. I. S., **Bustamam, A.**, “*Sequence-based prediction of protein-protein interactions using ensemble-based classifier combined with global encoding in HIV (human immunodeficiency virus)*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020230, 2018.**
  75. **Bustamam, A.**, Rivai, M. A., Siswantining, T., “*Implementation of spectral clustering on microarray data of carcinoma using self organizing map (SOM)*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020240, 2018.**
  76. **Bustamam, A.**, Formalidin, S., Siswantining, T., “*Clustering and analyzing microarray data of lymphoma using singular value decomposition (SVD) and hybrid clustering*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020220, 2018.**
  77. Lestari, D., Hartomo, S., **Bustamam, A.**, “*Sequence-based prediction of protein-protein interactions using pseudo substitution matrix representation features and ensemble rotation forest classifier in HIV (Human Immunodeficiency Virus)*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020227, 2018.**
  78. Hariany, S. F., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, Budiman, B., “*Result comparison between categorical and numerical predictor variables on CART method in predicting factors related to diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020226, 2018.**
  79. Fatimah, E. T., Soebardi, S., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, “*Detecting the depression level of patient with type 2 diabetes mellitus based on diabetes complication, and the self-management behavior in Cipto Mangunkusumo hospital*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020225, 2018.**
  80. **Bustamam, A.**, Wisnubroto, M. S., Lestari, D., “*Analysis of protein-protein interaction network using Markov clustering with pigeon-inspired optimization algorithm in HIV (human immunodeficiency virus)*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020229, 2018.**
  81. Siswantining, T., Maylinda, A., Kamelia, T., **Bustamam, A.**, “*Risk factors for resistance tuberculosis*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020224, 2018.**
  82. **Bustamam, A.**, Zubedi, F., Siswantining, T., “*Implementation  $\chi$ -sim co-similarity and agglomerative hierarchical to cluster gene expression data of lymphoma by gene and condition*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020221, 2018.**
  83. **Bustamam, A.**, Nurazmi, V. Y., Lestari, D., “*Applications of cuckoo search optimization algorithm for analyzing protein-protein interaction through Markov clustering on HIV*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020232, 2018.**
  84. **Bustamam, A.**, Puspa, S. D., Siswantining, T., “*Implementation of co-similarity measure on microarray data of lymphoma using K-means partition algorithm*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020222, 2018.**
  85. **Bustamam, A.**, Mujtahidah, I., Lestari, D., “*Applications of fruit fly optimization algorithm for analyzing protein-protein interaction through Markov clustering on HIV virus*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020231, 2018.**

86. Siswantining, T., Wulandari, S., **Bustamam, A.**, “*Collaboration and implementation of self organizing maps (SOM) partitioning algorithm in HOPACH clustering method*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020134, 2018.**
87. Kaloka, T. P., **Bustamam, A.**, “*POLS Algorithm to Find a Local Optimum Bicluster on Interactions between HIV-1 and Human Proteins*”, **Book of Abstract Symposium on Biomathematics 2018, 2018, p.44.**
88. Wibawa, N. A., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Gene Co-expression Network of Alzheimers Gene Expression*”, **Book of Abstract Symposium on Biomathematics 2018, 2018, p.47.**
89. Aldila, D., Rahmawati, F. T., **Bustamam, A.**, “*A Mathematical Model of Paradoxical Reaction to Chemotherapy for Tuberculosis*”, **2018, (MISEIC 2018).**
90. Aldila, D., Ramadhan, M. K., **Bustamam, A.**, “*Analyzing Disease Incidence Data Through an Optimal Control Problem*”, **2018, (MISEIC 2018).**
91. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, “*3D-HOG Features–Based Classification using MRI Images to Early Diagnosis of Alzheimer’s Disease*”, **IEEE, 457-462, 2018, (17th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)).**
92. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, Wibisono, A., “*A complete modelling of Local Binary Pattern for detection of diabetic retinopathy*”, **IEEE, 2018, (1st International Conference on Informatics and Computational Sciences (ICICoS)).**
93. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, Arymurthy, A. M., “*Fundus image texture features analysis in diabetic retinopathy diagnosis*”, **IEEE, 1-5, 2017, (2017 Eleventh International Conference on Sensing Technology (ICST)).**
94. Abdillah, B., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Classification of diabetic retinopathy through texture features analysis*”, **IEEE, 333-338, 2017, (2017 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)).**
95. Iskandar, A. A., **Bustamam, A.**, Trimarsanto, H. “*Short segment search method for phylogenetic analysis using nested sliding windows*”, **Journal of Physics; Conference Series, 012045, 2017, (The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016)).**
96. Ardaneswari, G., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Implementation of plaid model biclustering method on microarray of carcinoma and adenoma tumor gene expression data*”, **Journal of Physics; Conference Series, 012046, 2017, (The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016)).**
97. Abdillah, B., **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*Image processing-based detection of lung cancer on CT scan images*”, **Journal of Physics; Conference Series, 012063, 2017, (The Asian Mathematical Conference 2016 (AMC 2016)).**
98. **Bustamam, A.**, Siswantining, T., Febriyani, N. L., Novitasari, I. D., Cahyaningrum R. D., “*Protein sequences clustering of herpes virus by using Tribe Markov clustering (Tribe-MCL)*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030150, 2017.**
99. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, Ardaneswari, G., “*Non-negative matrix factorization in texture feature for classification of dementia with MRI data*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030148, 2017.**
100. Murni, **Bustamam, A.**, Ernastuti, Handhika, T., Kerami, D., “*Hypergraph partitioning implementation for parallelizing matrix-vector multiplication using CUDA GPU-based parallel computing*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030153, 2017.**

101. **Bustamam, A.**, Tasman, H., Yuniarti, N., Frisca, Mursidah, I., “*Application of K-means clustering algorithm in grouping the DNA sequences of hepatitis B virus (HBV)*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030134, 2017.**
102. **Bustamam, A.**, Ulul, E. D., Hura, H. F. A., Siswantining, T., “*Implementation of hierarchical clustering using k-mer sparse matrix to analyze MERS–CoV genetic relationship*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030142, 2017.**
103. Arridjal, F., Aldila, D., **Bustamam, A.**, “*Analysis of Indonesian educational system standard with KSIM cross-impact method*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030135, 2017.**
104. Lestari, D., **Bustamam, A.**, Novianti, T., Ardaneswari, G., “*Application of Quaternion in improving the quality of global sequence alignment scores for an ambiguous sequence target in Streptococcus pneumoniae DNA*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030122, 2017.**
105. **Bustamam, A.**, Fitria, I., Umam, K., “*Application of agglomerative clustering for analyzing phylogenetically on bacterium of saliva*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030126, 2017.**
106. Handhika, T., **Bustamam, A.**, Ernastuti, Kerami, D., “*Data preprocessing for determining outer/inner parallelization in the nested loop problem using OpenMP*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030138, 2017.**
107. **Bustamam, A.**, Handhika, T., Ernastuti, Kerami, D., “*Parallelization strategies for continuum-generalized method of moments on the multi-thread systems*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030146, 2017.**
108. Lestari, D., Raharjo, D., **Bustamam, A.**, Abdillah, B., Widhianto, W., “*Application of clustering methods: Regularized Markov clustering (R-MCL) for analyzing dengue virus similarity*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030130, 2017.**
109. **Bustamam, A.**, Aldila, D., Fatimah, Arimbi, M. D., “*Clustering self-organizing maps (SOM) method for human papillomavirus (HPV) DNA as the main cause of cervical cancer disease*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 030155, 2017.**
110. Cahyaningrum, R. D., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Implementation of spectral clustering with partitioning around medoids (PAM) algorithm on microarray data of carcinoma*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020007, 2017.**
111. Andryani, D. S., **Bustamam, A.**, Lestari, D., “*The implementation of hybrid clustering using fuzzy c-means and divisive algorithm for analyzing dna human papillomavirus cause of cervical cancer*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020003, 2017.**
112. Umam, K., **Bustamam, A.**, Lestari, D., “*Application of hybrid clustering using parallel k-means algorithm and DIANA algorithm*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020024, 2017.**
113. Ardaneswari, G., **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Implementation of parallel k-means algorithm for two-phase method biclustering in Carcinoma tumor gene expression data*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020004, 2017.**
114. Frisca, **Bustamam, A.**, Siswantining, T., “*Implementation of spectral clustering on microarray data of carcinoma using k-means algorithm*”, **AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, 020008, 2017.**
115. Arimbi, M. D., **Bustamam, A.**, Lestari, D., “*Implementation of hybrid clustering based on partitioning around medoids algorithm and divisive analysis on human*



- Papillomavirus DNA*”, AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings, **020005**, 2017.
116. Ginanjar, R., **Bustamam, A.**, Tasman, H., “*Implementation of regularized Markov clustering algorithm on protein interaction networks of schizophrenia's risk factor candidate genes*”, **IEEE**, **297-302**, 2016, (2016 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)).
  117. **Bustamam, A.**, Sarwinda, D., “*A comparative study for error approximation of some kernel functions in Smooth Support Vector Machines*”, **IEEE**, **64-69**, 2016, (2016 12th International Conference on Mathematics, Statistics, and Their Applications (ICMSA)).
  118. Sarwinda, D., **Bustamam, A.**, “*Detection of Alzheimer's disease using advanced local binary pattern from hippocampus and whole brain of MR images*”, **IEEE**, **5051-5056**, 2016, (2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)).
  119. Muradi, H., **Bustamam, A.**, Lestari, D., “*Application of hierarchical clustering ordered partitioning and collapsing hybrid in Ebola Virus phylogenetic analysis*”, **IEEE**, **317 – 323**, 2015, **ICACSIS 2015**.
  120. Permata, T. S., **Bustamam, A.**, “*Clustering protein-protein interaction network of TP53 tumor suppressor protein using Markov clustering algorithm*”, **IEEE**, **221 - 226**, 2015, **ICACSIS 2015**.
  121. **Bustamam, A.**, Ardaneswari, G., Lestari, D., “*Implementation of cuda gpu-based parallel computing on smith-waterman algorithm to sequence database searches*”, **IEEE**, **137-142**, 2013, (2013 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS)).
  122. **Bustamam, A.**, Burrage, K., Hamilton, N. A., “*Fast parallel Markov clustering in bioinformatics using massively parallel computing on GPU with CUDA and ELLPACK-R sparse format*”, **IEEE**, **679-692**, 2012, (ACM transactions on computational biology and bioinformatics).
  123. **Bustamam, A.**, Burrage, K., Hamilton, N. A., “*A GPU implementation of fast parallel markov clustering in bioinformatics using ellpack-r sparse data format*”, **IEEE**, **173-175**, 2010, (2010 Second International Conference on Advances in Computing, Control, and Telecommunication Technologies).
  124. **Bustamam, A.**, Burrage, K., Hamilton, N. A., “*Fast parallel markov clustering in bioinformatics using massively parallel graphics processing unit computing*”, **IEEE**, **116-125**, 2010, (2010 Ninth International Workshop on Parallel and Distributed Methods in Verification, and Second International Workshop on High Performance Computational Systems Biology).
  125. **Bustamam, A.**, Sehgal, M. A., Hamilton, N. A., Wong, S., Ragan, M. A., Burrage, K., “*An efficient parallel implementation of Markov clustering algorithm for large-scale protein-protein interaction networks that uses MPP*”, **Dept. of Mathematics, Andalas University**, **94-103**, 2009, (IMG-GT International Conference on Mathematics, Statistics and Its Applications (ICMSA 2009)).
  126. **Bustamam, A.**, Sehgal, M. S., Wong, S., Ragan, M. A., Burrage, K., “*Parallel Markov Clustering for Large-scale Protein-Protein Interaction Networks using MPP*”, **Imperial College Press**, 2008, (19th International Conference on Genome Informatics (GIW2008)).

### 12.3. Prosiding Nasional

1. Kafi, R. A., **Bustamam, A.**, Mangunwardoyo, W., “*Analysis of diabetes mellitus gene expression data using two-phase biclustering method*”, **Jurnal Ilmiah Matematika**, Vol. 8, No. 2, 2021, p.48-55.
2. Kaloka, T. P., Siswantining, T., **Bustamam, A.**, “*Analisis Hasil Bicluster Algoritma Pols Pada Interaksi Protein Manusia Dan HIV-1*”, **Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)**, Vol. 5, No. 1, 2021, p.60-67.
3. Kafi, R. A., Maharani, D., Dewi, K. C., Dewi, Y. R., **Bustamam, A.**, “*Predicting Figure Coalition for 2019 Indonesian Presidential Election Using Modified Markov Clustering Algorithm*”, **Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)**, Vol. 3, No. 1, 2019, p.23-31.
4. Tampubolon, P. P., Kaloka, T. P., Swasti, O., Mustika, W. F., **Bustamam, A.**, “*Model Klastering SKM3 (Subcontrolled K-Means Max-Min) dan Aplikasinya Dalam Menghitung Elektabilitas Pasangan Calon Kepala Daerah*”, **Journal of Mathematics and Mathematics Education**, Vol. 8, No. 2, 2018.
5. **Bustamam, A.**, Suhartanto, H., Basaruddin, T., “*Beberapa hasil eksperimen dan evaluasi kinerja metode iPIMRK pada sistem paralel MPI-Linux*”, **Universitas Tarumanagara**, 171-175, 2002, (Prosiding Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi III, 27-28 Agustus 2002).
6. **Bustamam, A.**, Suhartanto, H., “*Implementasi Perangkat Lunak Svmrk Pada Sistem Paralel Mpi-Linux*”, **Gunadarma University**, 2002, (Proceedings, Komputer dan Sistem Intelegen (KOMMIT 2002)).
7. **Bustamam, A.**, Suhartanto, H., Basaruddin, T., “*Implementasi Metode Iteratif Paralel Implisit Multistep Runge-Kutta pada Sistem Paralel MPI-Linux*”, **BATAN**, 55-71, 2002, (Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Tekonologi Nuklir XIII).
8. **Bustamam, A.**, Basaruddin, T., “*Integrator Performance Analysis in Solving Stiff Differential Equation System*”, **BATAN**, 120-133, 2001, (Proceedings of the Twelfth Seminar on Computation in Nuclear Science and Technology).

### 13. Mitra Bestari/Reviewer Jurnal

Tahun	Nama Jurnal	Posisi
2017	<i>Journal of Next Generation Information Technology (JNIT).</i>	Reviewer
2017	<i>Computational and Structural Biotechnology Journal (Elsevier).</i>	Reviewer
2017	<i>International Journal of Communication Systems (Wiley).</i>	Reviewer
2017-sekarang	<i>The Multidiciplinary Open Access Journal (IEEE Access)</i>	Reviewer
2017-sekarang	<i>Statistical Analysis and Data Mining (Elsevier).</i>	Reviewer
2018-sekarang	<i>Parallel Computing (Elsevier)</i>	Reviewer
2022-sekarang	<i>Computing (Springer)</i>	Reviewer
2022-sekarang	<i>Artificial Intelligence in Medicine (Elsevier)</i>	Reviewer
2022-sekarang	<i>Artificial Intelligence Review (Springer)</i>	Reviewer