

«SKRIPSI/TUGAS AKHIR»

«JUDUL BAHASA INDONESIA»



«Nama Lengkap»

NPM: «10 digit NPM UNPAR»

PROGRAM STUDI «MATEMATIKA/FISIKA/TEKNIK INFORMATIKA»  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
«tahun»



«FINAL PROJECT/UNDERGRADUATE THESIS»

«JUDUL BAHASA INGGRIS»



«Nama Lengkap»

NPM: «10 digit NPM UNPAR.»

DEPARTMENT OF «MATHEMATICS/PHYSICS/INFORMATICS»  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
«tahun»



# LEMBAR PENGESAHAN

«JUDUL BAHASA INDONESIA»

«Nama Lengkap»

NPM: «10 digit NPM UNPAR»

Bandung, «tanggal» «bulan» «tahun»

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

«pembimbing utama/1»

«pembimbing pendamping/2»

Ketua Tim Penguji

Anggota Tim Penguji

«penguji 1»

«penguji 2»

Mengetahui,

Ketua Program Studi

«Ketua Program Studi»



## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa «skripsi/tugas akhir» dengan judul:

**«JUDUL BAHASA INDONESIA»**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal «tanggal» «bulan» «tahun»

Meterai Rp. 6000
---------------------

«Nama Lengkap»  
NPM: «10 digit NPM UNPAR»





## ABSTRAK

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Indonesia»

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

**Kata-kata kunci:** «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Indonesia»



## ABSTRACT

«Tuliskan abstrak anda di sini, dalam bahasa Inggris»

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

**Keywords:** «Tuliskan di sini kata-kata kunci yang anda gunakan, dalam bahasa Inggris»



*«kepada siapa anda mempersembahkan skripsi ini...?»*



## KATA PENGANTAR

«Tuliskan kata pengantar dari anda di sini ...»

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Bandung, «bulan» «tahun»

Penulis





# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxi</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	2
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Metodologi . . . . .	3
1.6 Sistematika Pembahasan . . . . .	3
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>5</b>
2.1 Arti Kewirausahaan . . . . .	5
2.2 Cellular Automata . . . . .	11
2.2.1 Dimensi CA . . . . .	11
2.2.2 Aplikasi CA . . . . .	13
2.3 Entrepreneurial Cellular Automata . . . . .	15
2.3.1 Definisi ECA . . . . .	15
2.4 Graf . . . . .	16
2.4.1 Adjacency List . . . . .	17
2.4.2 Adjacency Matrix . . . . .	18
<b>3 ANALISIS</b>	<b>21</b>
3.1 Analisis Pertumbuhan Wirausaha . . . . .	21
3.2 Analisis Pemodelan Cellular Automata . . . . .	22
3.2.1 Analisis Ruang Sel . . . . .	22
3.2.2 Analisis Fungsi Transisi . . . . .	22
3.3 Analisis Model Pertumbuhan Wirausaha dengan Cellular Automata . . . . .	23
3.4 Analisis Kode Entrepreneur Cellular Automata (ECA) . . . . .	28
3.5 <i>Framework</i> yang Digunakan . . . . .	28
3.6 Analisis Perangkat Lunak . . . . .	29
<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>31</b>
<b>A KODE PROGRAM</b>	<b>33</b>
<b>B HASIL EKSPERIMEN</b>	<b>35</b>



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Fase Wirausaha . . . . .	6
2.2	Komposisi perceived capabilities untuk tingkat pendidikan yang berbeda . . . . .	8
2.3	Komposisi perceived capabilities untuk wilayah Indonesia . . . . .	8
2.4	Komposisi role model untuk wanita dan pria . . . . .	9
2.5	Komposisi role model untuk tingkat pendidikan yang berbeda . . . . .	9
2.6	Komposisi role model untuk wanita dan pria . . . . .	10
2.7	Komposisi perceived opportunities untuk tingkat pendidikan yang berbeda . . . . .	10
2.8	Komposisi fear of failure untuk wanita dan pria . . . . .	11
2.9	CA 1 Dimensi . . . . .	11
2.10	Aturan 30 dari Wolfram . . . . .	12
2.11	Ilustrasi penerapan aturan 30 dari Wolfram . . . . .	12
2.12	CA 2 Dimensi . . . . .	12
2.13	Aturan Dasar Conway's Game of Life . . . . .	13
2.14	Ilustrasi Conway's Game of Life . . . . .	13
2.15	Ilustrasi dua jalur . . . . .	14
2.16	Diagram Transisi Level Wirausaha . . . . .	16
2.17	<i>Undirected Cyclic Graph</i> . . . . .	18
2.18	<i>Undirected Cyclic Graph</i> . . . . .	18
2.19	<i>Directed Cyclic Graph</i> . . . . .	19
3.1	Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat $t = 0$ . . . . .	24
3.2	Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat $t = 0$ . . . . .	25
3.3	Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat $t = 1$ . . . . .	26
3.4	Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat $t = 2$ . . . . .	27
3.5	Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat $t = 3$ . . . . .	28
B.1	Hasil 1 . . . . .	35
B.2	Hasil 2 . . . . .	35
B.3	Hasil 3 . . . . .	35
B.4	Hasil 4 . . . . .	35



## DAFTAR TABEL

2.1	Indikator Kewirausahaan . . . . .	7
2.2	Transisi Level Wirausaha . . . . .	16
2.3	Tabel Representasi Adjacency List . . . . .	18
2.4	Tabel Representasi Adjacency Matrix . . . . .	18
2.5	Tabel Representasi Adjacency Matrix . . . . .	19
3.1	Transisi Level Wirausaha . . . . .	23
3.2	Data wirausahawan . . . . .	23
3.3	Data Bobot Atribut Level Usaha . . . . .	24
3.4	Data Bobot Atribut Umur . . . . .	24
3.5	Data Bobot Atribut Jenis Kelamin . . . . .	24



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini, lapangan kerja pada suatu negara tidak bisa kita prediksi, tetapi kenyataan yang kita ketahui adalah lapangan kerja dari tahun ke tahun semakin terbatas [1]. Dengan melihat situasi tersebut maka bisa dipastikan tingkat pengangguran di suatu negara akan semakin tinggi. Solusi terbaik untuk mengurangi permasalahan tersebut adalah dengan berwirausaha. Kewirausahaan adalah kemampuan seseorang untuk membuat suatu usaha yang dimulai dari 0 atau dimulai dari bawah yang dirintis hingga usaha tersebut benar-benar sukses. Tentu saja hal ini memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi suatu negara, karena kewirausahaan juga sekaligus membuka lapangan kerja bagi masyarakat. Jika usaha yang dirintis semakin besar, otomatis perusahaan tersebut akan merekrut tenaga kerja yang semakin banyak lagi.

Pada jaman sekarang, sudah banyak sekali orang yang lebih memilih untuk berwirausaha daripada bekerja di kantor atau di sebuah perusahaan. Alasan mengapa banyak orang lebih memilih berwirausaha pun bervariasi contohnya orang tersebut tidak terlalu menyukai waktu kerjanya diatur oleh orang lain melainkan ia lebih menyukai waktu kerjanya diatur oleh dirinya sendiri. Tidak hanya pada jaman sekarang, dari jaman dahulu juga sudah ada wirausaha yang namanya tidak asing lagi didengar oleh telinga kita salah satunya yaitu Bob Sadino. Untuk menjadi wirausaha yang sukses seperti Bob Sadino tidaklah mudah, pasti ada beberapa faktor dari luar maupun dalam yang mempengaruhi keberlangsungan wirausaha. Dalam berwirausaha dibutuhkan usaha yang besar untuk menjadi sukses, usaha tersebut juga harus dijaga kekonsistennannya agar tidak mengalami kebangkrutan.

Kewirausahaan sangat diperlukan guna mendorong perekonomian suatu negara karena dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Secara ekonomis, kewirausahaan akan membantu meningkatkan pendapatan masyarakat atau meningkatkan kesejahteraan melalui penciptaan produk baru, serta mengurangi kemiskinan. Ideal besarnya populasi wirausaha dalam suatu negara adalah 2% dari total penduduk suatu negara. Saat ini Indonesia baru mencapai pengusaha dari total penduduk. Maka dari itu, kondisi wirausaha ini perlu dipantau terus-menerus perkembangannya agar dapat memajukan perekonomian di Indonesia. Pemantauan ini dilakukan oleh pemerintah dan lembaga-lembaga swasta yang berkepentingan. Salah satu lembaga yang memantau adalah GEM (Global Entrepreneurship Monitor). GEM merupakan konsorsium yang bertujuan untuk mengukur dan memantau kegiatan kewirausahaan.

GEM mengilustrasikan kewirausahaan menjadi 3 fase [2], fase pertama yaitu wirausaha *nascent*, yaitu mereka yang baru memulai suatu usaha (<3 bulan). Fase kedua yaitu pemilik usaha baru (*new business owners*), yaitu wirausaha *nascent* yang sudah menjalani usaha lebih dari tiga bulan tetapi tidak lebih dari tiga setengah tahun. Fase ketiga yaitu wirausaha mapan (*established entrepreneurs*), yaitu wirausaha yang sudah menjalankan sebuah usaha lebih dari tiga setengah tahun.

Selain pemantauan terhadap kondisi riil, salah satu kegiatan yang mendukung pemantauan adalah pengamatan secara tidak langsung. Salah satu pengamatan tidak langsung adalah dengan membuat model matematika dari pertumbuhan wirausaha dan kemudian melakukan simulasi terhadap model tersebut. Salah satu model matematika yang dapat digunakan untuk memodelkan

pertumbuhan wirausaha adalah Entrepreneurial Cellular Automata (ECA) yang diusulkan oleh Nugraheni dan Natali. ECA adalah pengembangan dari Cellular Automata standar dari Ulam dan New Neuman. Cellular Automata (CA) sendiri merupakan suatu model matematika yang digunakan untuk memodelkan suatu sistem dinamis. Pada [3] dijelaskan bagaimana struktur dari ECA dan diberikan ilustrasi bagaimana menggunakan ECA untuk memprediksi pertumbuhan wirausaha berdasarkan parameter wirausaha dari GEM.

Dalam hasil penelitian ECA setiap wirausahawan mempunyai beberapa atribut yang bersifat statis maupun dinamis. Contoh atribut yang bersifat statis yaitu bidang usaha, kategori usaha, lokasi geografis dan jenis kelamin. Sementara contoh untuk atribut dinamis adalah usia, level wirausaha dan usia usaha. Diantara atribut dinamis, level wirausaha menjadi atribut penting karena atribut ini yang akan menjadi acuan untuk menentukan perkembangan dari kewirausahaan. *Continuity Index* digunakan untuk menentukan apakah seorang wirausahawan pada suatu saat tertentu akan meneruskan usahanya pada waktu selanjutnya.

Skripsi ini bertujuan untuk mengembangkan ECA dengan memperhitungkan beberapa parameter yang belum diperhatikan pada ECA dan mengembangkan perangkat lunak simulator yang dapat menampilkan visualisasi dari simulasi. Selain menambahkan parameter yang berhubungan dengan pertumbuhan wirausaha, pengembangan ini juga akan memperhatikan pertumbuhan penduduk. Di samping itu, simulasi pada data nyata juga perlu dilakukan untuk membuktikan kebenaran dari model yang dibuat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berikut adalah susunan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini:

1. Faktor apa saja yang mempengaruhi keberlangsungan wirausaha?
2. Bagaimana memodelkan pertumbuhan wirausaha dengan *cellular automata* ?
3. Bagaimana membuat simulator keberlangsungan wirausaha dengan *cellular automata*?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan penelitian ini dijelaskan ke dalam poin-poin sebagai berikut :

1. Mempelajari faktor yang berpengaruh pada keberlangsungan wirausaha.
2. Memodelkan pertumbuhan wirausaha dengan *cellular automata*.
3. Membuat simulator keberlangsungan wirausaha dengan *cellular automata*.

## 1.4 Batasan Masalah

1. Perangkat lunak yang dibuat dijalankan pada komputer.
2. Hanya mempelajari perkembangan wirausaha dari GEM.
3. Data yang diuji hanya berdasarkan data dari GEM 2013.



## 1.5 Metodologi

Langkah-langkah yang akan dijalani untuk menyelesaikan penelitian ini :

1. Melakukan studi pustaka untuk hal-hal berikut :
  - (a) *Cellular Automata* khususnya ECA
  - (b) Kewirausahaan khususnya GEM
2. Menganalisis masalah kewirausahaan untuk mengembangkan model keberlangsungan wirausaha menggunakan *cellular automata*.
3. Merancang perangkat lunak berdasarkan hasil pemodelan.
4. Mengimplementasikan perangkat lunak sesuai rancangan.
5. Menguji perangkat lunak yang dibuat.
6. Menulis dokumen skripsi.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Setiap bab dalam penelitian ini memiliki sistematika penulisan yang dijelaskan ke dalam poin-poin sebagai berikut :

1. Bab 1: Pendahuluan berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan.
2. Bab 2: Dasar teori yaitu akan membahas mengenai teori-teori yang mendukung berjalannya penulisan ini. Berisi tentang pengertian CA, GEM, ECA dan hal lain yang mendukung implementasi perangkat lunak.
3. Bab 3: Analisis, yaitu berisi analisis pemodelan dalam mengembangkan model keberlangsungan wirausaha yang akan dibuat.
4. Bab 4: Perancangan, membahas mengenai perancangan yang dilakukan sebelum melakukan tahapan implementasi.
5. Bab 5: Implementasi dan Pengujian, pada bab ini berisi hasil implementasi rancangan pemodelan yang telah dibuat yang didasari dasar-dasar teori yang bersangkutan.
6. Bab 6: Kesimpulan dan Saran, yaitu membahas hasil kesimpulan dari keseluruhan penelitian ini dan saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian berikutnya.



## BAB 2

### LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai dasar teori yang digunakan pada penyusunan tugas akhir. Pembahasan pertama mencakup hal-hal yang berkaitan dengan pengertian kewirausahaan dari umum sampai khusus yaitu kewirausahaan menurut GEM. Pembahasan kedua yaitu tentang teori dan aplikasi dari CA (Cellular Automata) khususnya tentang ECA (Entrepreneur Cellular Automata). Pembahasan terakhir tentang hal-hal lain yang mendukung implementasi perangkat lunak seperti bahasa pemrograman java.

#### 2.1 Arti Kewirausahaan

Wirausaha berasal dari kata wira dan usaha. Wira artinya unggul, mulia, luhur sedangkan usaha berarti kemampuan melakukan usaha atas kekuatan diri sendiri. Jadi wirausaha adalah manusia yang unggul yang memiliki kemampuan membangun usaha sendiri. Kewirausahaan sendiri merupakan kepribadian wirausaha. Wirausaha merupakan orang atau manusia yang memperjuangkan kemajuan terutama pada bidang ekonomi demi masyarakat seperti menciptakan lapangan pekerjaan, membantu memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat dan berusaha mengurangi ketergantungan dari luar negeri. Istilah kewirausahaan pada umumnya merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang kemampuan seseorang dalam menghadapi tantangan hidup untuk memperoleh peluang dan menghadapi segala risiko yang ada dengan mengandalkan kekuatan diri sendiri tanpa bergantung pada orang lain. [4]

Kewirausahaan menurut GEM merupakan sebuah proses yang memiliki tahapan-tahapan yang berbeda (Gambar 2.1). Tahapan-tahapannya antara lain adalah dimulai dari niat mendirikan usaha, menjalankan usaha dan yang terakhir adalah berhentinya usaha yang dibuat. Tahapan pertama yaitu wirausaha *nascent*. Wirausaha *nascent* ini merupakan tahapan dimana seseorang memulai usahanya yang waktunya kurang dari tiga bulan. Tahapan kedua yaitu wirausaha yang sedang menjalankan usahanya dan sudah bisa menggaji orang lain, waktunya lebih dari tiga bulan tetapi kurang dari tiga tahun. Wirausaha *nascent* dan wirausaha yang sedang menjalankan usahanya masuk ke dalam TEA (Total Early-Stage Entrepreneurial Activity). TEA merupakan persentase populasi antara usia 18 sampai 64 tahun yang berada pada tahap memulai usaha maupun pemilik bisnis yang waktunya kurang dari 42 bulan [5]. Tahapan terakhir adalah wirausaha mapan (*established entrepreneur*) yaitu seseorang yang sudah menjalankan usahanya lebih dari tiga tahun dan tentunya sudah bisa menggaji orang. [2]

GEM melakukan penelitiannya berdasarkan pada beberapa premis. Pertama, keadaan ekonomi suatu negara. Jika keadaan ekonomi suatu negara sedang sulit itu artinya dengan adanya wirausaha dapat membantu memperluas lapangan pekerjaan (memotivasi orang untuk menjadi seorang wirausaha juga lebih meningkat), sedangkan jika keadaan ekonomi suatu negara sudah baik keberadaan wirausaha tidak terlalu dibutuhkan (memotivasi orang untuk menjadi seorang wirausaha sudah kurang menarik). Kedua, kemampuan dan motivasi individu untuk memulai sebuah usaha dan pandangan masyarakat tentang wirausaha. Ketiga, pertumbuhan tinggi kewirausahaan dan persaingan antar negara tentang seberapa inovatif usaha tersebut. [2]



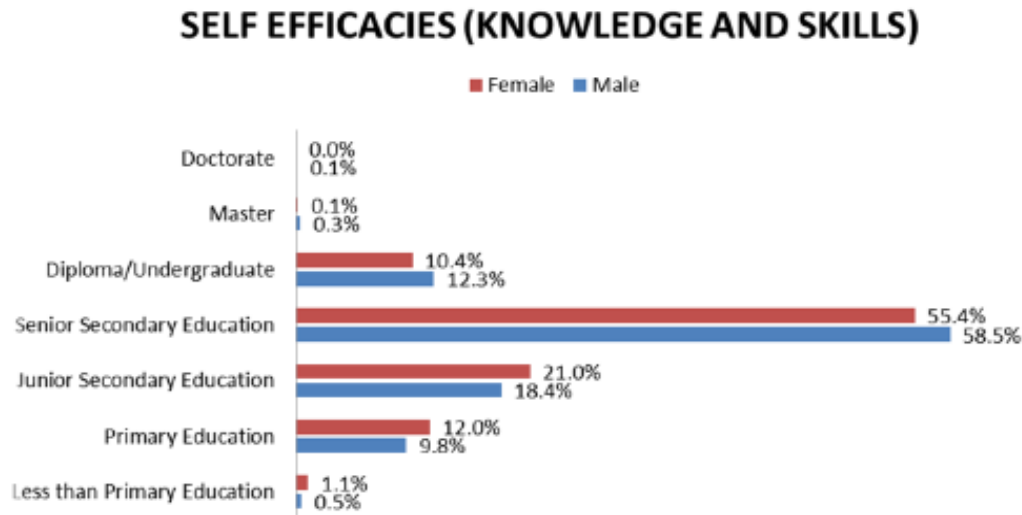
Gambar 2.1: Fase Wirausaha

GEM mempertimbangkan beberapa atribut atau indikator yang mempengaruhi berlangsungnya kegiatan berwirausaha. Atribut-atributnya yaitu Perceived Opportunities, Perceived Capabilities, Entrepreneurial Intention dan Fear of Failure Rate [5]. Penjelasan beberapa indikator akan dijelaskan pada tabel 2.1

Tabel 2.1: Indikator Kewirausahaan

Indikator	Deskripsi
Improvement-Driven Opportunity Entrepreneurial Activity : Relative Prevalence	persentase orang yang terlibat dalam TEA yang mengklaim bahwa mereka didorong oleh kesempatan bukan karena kurangnya pilihan pekerjaan
Necessity-Driven Entrepreneurial Activity : Relative Prevalence	persentase orang yang terlibat dalam TEA yang berwirausaha karena mereka tidak punya pilihan pekerjaan lain.
Established Business Ownership Rate	Persentase dari populasi berusia 18-64 yang merupakan pemilik manager dari sebuah usaha mapan dan sudah menghasilkan gaji atau untung apapun ke pemiliknya selama lebih dari 42 bulan.
Total Early-stage Entrepreneurial Activity	persentase dari populasi berusia 18-64 yang merupakan wirausaha nascent.
New Business Ownership Rate	Persentase dari populasi 18-64 yang merupakan pemilik manager dari sebuah usaha mapan yang sudah menghasilkan gaji atau untung selama lebih dari 3 bulan tetapi tidak lebih dari 42 bulan.
Nascent Entrepreneurship Rate	Persentase dari populasi 18-64 yang merupakan wirausaha nascent terlibat secara aktif memulai suatu usaha yang mereka miliki sendiri/bersama.
Media Attention for Entrepreneurship	persentase dari populasi berusia 18-64 yang setuju dengan pernyataan bahwa di negara mereka, mereka sering melihat atau mendengar di media tentang usaha baru yang sukses.
High status successful Entrepreneur	persentase dari populasi berusia 18-64 yang setuju dengan pernyataan bahwa di negara mereka, wirausaha yang sukses dihormati dan bercitra tinggi.
Entrepreneurship as Desirable Career	persentase dari populasi berusia 18-64 yang setuju dengan pernyataan bahwa di negara mereka, kebanyakan orang mempertimbangkan untuk memulai usaha baru sebagai karir yang diinginkan.
Know Startup Entrepreneur Rate	persentase dari populasi berusia 18-64 yang kenal seseorang yang mendirikan suatu usaha dalam waktu 2 tahun terakhir secara pribadi.

Indikator-indikator menurut GEM yang mempengaruhi perkembangan kewirausahaan di Indonesia yaitu Perceived Capabilities, Role Model, Perceived Opportunity dan Fear of Failure. Berikut data pendidikan dan wilayah Indonesia dari GEM tentang Perceived Capabilities yang diambil pada tahun 2015 [6].



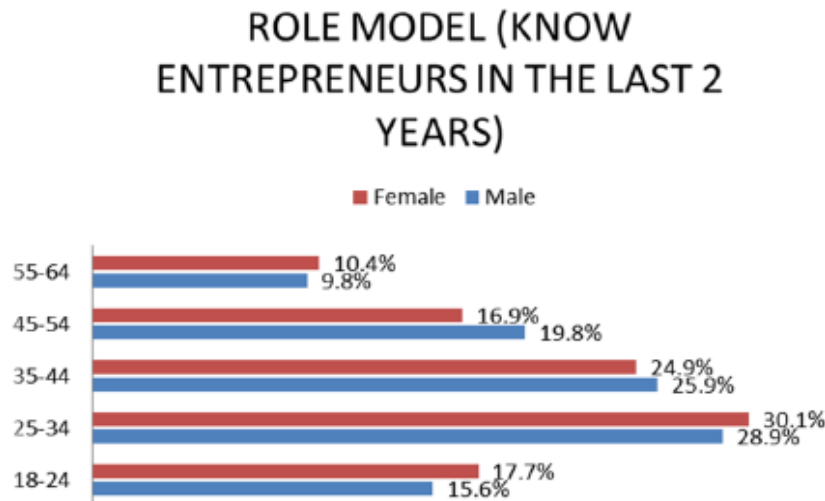
Gambar 2.2: Komposisi perceived capabilities untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Dapat dilihat pada gambar 2.2 dijelaskan bahwa individu yang memiliki kemampuan berwira-usaha tertinggi yaitu pada individu yang berpendidikan sekolah menengah ke atas (SMA). Pria mempunyai peluang yang lebih unggul (58.5%) daripada wanita (55.4%). Peluang yang paling rendah untuk menjadi wirausaha yaitu pada individu yang berpendidikan sampai S-3 yaitu 0.0% untuk wanita dan 0.1% untuk pria.



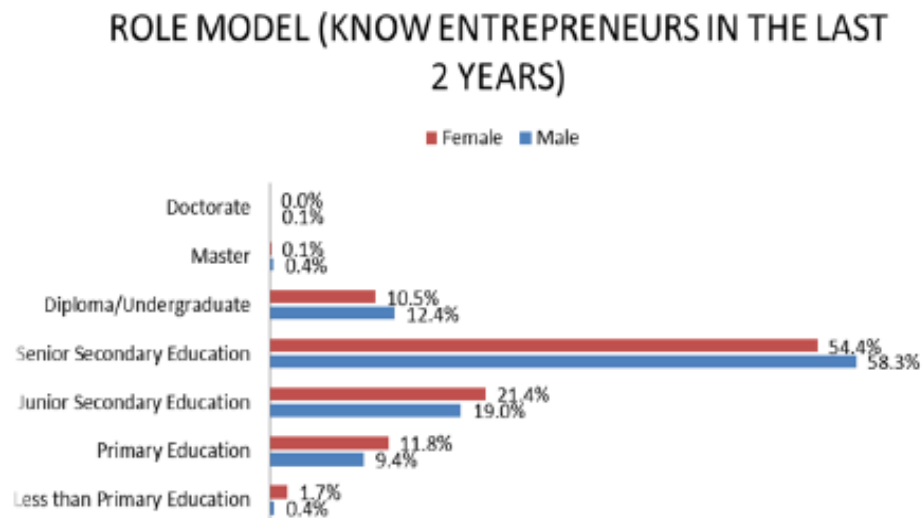
Gambar 2.3: Komposisi perceived capabilities untuk wilayah Indonesia

Dapat dilihat pada gambar 2.3 dijelaskan bahwa individu yang memiliki kemampuan berwirausaha tertinggi yaitu pada wanita yang berada pada wilayah Indonesia Timur sebesar 53.5% sedangkan pria yang berpeluang tinggi untuk menjadi wirausaha berada pada wilayah Indonesia Tengah sebesar 51.0%. Individu yang memiliki kemampuan berwirausaha terendah yaitu untuk wanita berada pada wilayah Indonesia Tengah sebesar 49.0% dan untuk pria berada pada wilayah Indonesia Timur sebesar 46.5%. Data kedua yaitu data Role Model tentang perbedaan tingkat wirausaha antara perempuan dan laki-laki serta yang kedua adalah data pendidikan.



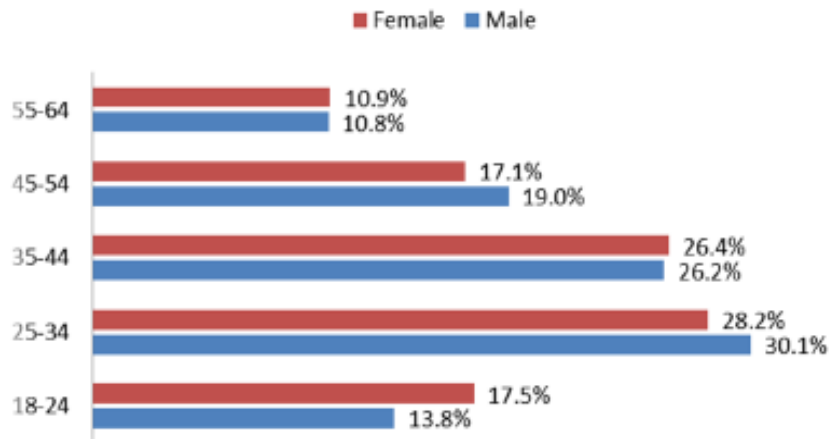
Gambar 2.4: Komposisi role model untuk wanita dan pria

Pada gambar 2.4 dijelaskan individu yang memulai bisnis dalam 2 tahun terakhir. Peluang individu yang memulai bisnis dalam 2 tahun terakhir tertinggi yaitu pada wanita usia 25 sampai 34 tahun sebesar 30.1% sedangkan pria sebesar 28.9%. Peluang terendah yaitu pada wanita usia 55 sampai 64 tahun sebesar 10.4% sedangkan pria sebesar 9.8%.



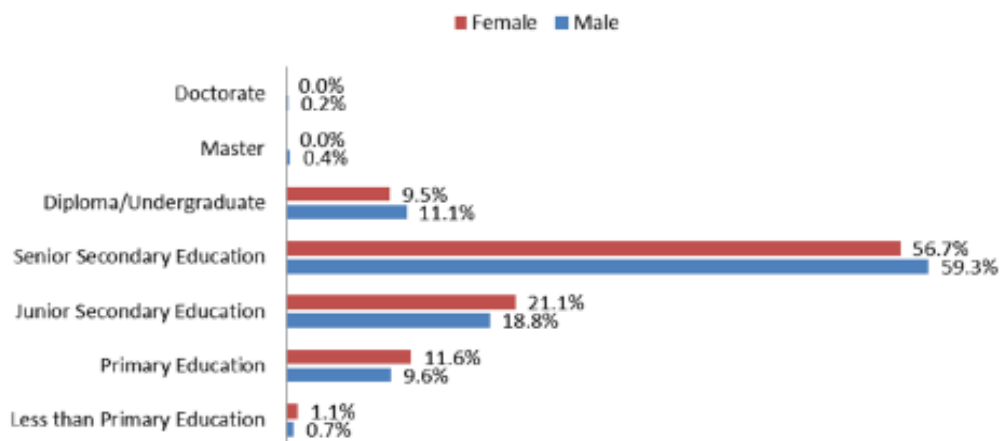
Gambar 2.5: Komposisi role model untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Pada gambar 2.5 dijelaskan individu yang memulai bisnis dalam 2 tahun terakhir. Peluang individu yang memulai bisnis dalam 2 tahun terakhir tertinggi pada individu yang mempunyai tingkat pendidikan sekolah menengah ke atas (SMA). Pria memperoleh persentase sebesar 58.3% dan wanita sebesar 54.4%. Individu yang mempunyai peluang terendah yaitu individu yang berpendidikan S-3. Pria memperoleh persentase sebesar 0.1% dan wanita memperoleh persentase sebesar 0.0%. Data ketiga yaitu data Perceived Opportunities tentang perbedaan tingkat wirausaha antara perempuan dan laki-laki serta yang kedua adalah data pendidikan.



Gambar 2.6: Komposisi role model untuk wanita dan pria

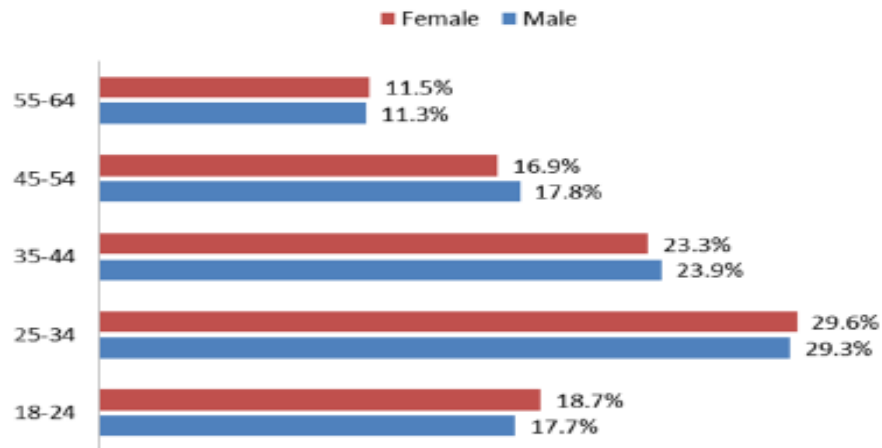
Pada gambar 2.6 dijelaskan kemampuan individu antara pria dan wanita dalam melihat peluang berwirausaha. Peluang tertinggi yaitu pada pria berusia 25 sampai 34 tahun yang memiliki persentase sebesar 30.1% dan wanita sebesar 28.2%. Peluang terendah yaitu pada pria berusia 55 sampai 64 tahun sebesar 10.8% dan wanita sebesar 10.9%.



Gambar 2.7: Komposisi perceived opportunities untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Gambar 2.7 menjelaskan kemampuan individu dalam melihat peluang. Kemampuan melihat peluang berwirausaha tertinggi yaitu pada individu yang berpendidikan sekolah menengah ke atas (SMA). Persentase pria sebesar 59.3% dan wanita sebesar 56.7%. Kemampuan melihat peluang berwirausaha terendah yaitu pada individu yang berpendidikan S-3. Persentase pria sebesar 0.2% dan wanita sebesar 0.0%. Data keempat yaitu data Fear of Failure tentang perbedaan tingkat wirausaha antara perempuan dan laki-laki.





Gambar 2.8: Komposisi fear of failure untuk wanita dan pria

Gambar 2.8 menjelaskan perbedaan Fear of Failure antara pria dan wanita. Persentase Fear of Failure yang tertinggi yaitu pada wanita berusia 25 sampai 34 tahun sebesar 29.6% dan pria sebesar 29.3%. Persentase Fear of Failure terendah yaitu pada wanita usia 55 sampai 64 tahun sebesar 11.5% dan pria sebesar 11.3%.

## 2.2 Cellular Automata

Cellular Automata (CA) diperkenalkan pertama kali oleh Ulam dan von Neumann pada tahun 1940. Cellular Automata sendiri merupakan model matematis untuk sistem dimana banyak komponen sederhana bertindak bersama untuk menghasilkan pola perilaku yang rumit [7]. Sebuah CA terdiri atas sekumpulan sel, tersusun dalam larik-larik (*grid*). Setiap sel mempunyai satu dari sejumlah *state* (kondisi) yang mungkin. *State* dapat berubah sesuai dengan aturan tertentu. Perubahan *state* dari sebuah sel dipengaruhi oleh *state* dari sel-sel di sekitarnya atau disebut dengan sel tetangga.

### 2.2.1 Dimensi CA

#### 1. CA Satu Dimensi



Gambar 2.9: CA 1 Dimensi

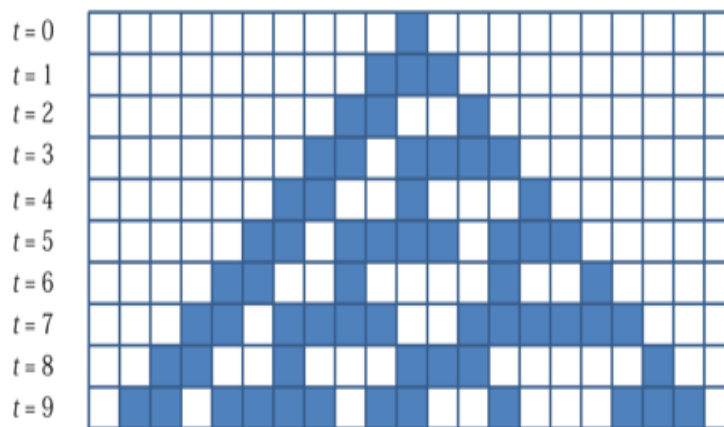
Cellular Automata satu dimensi adalah cellular automata yang ruang selnya berupa array satu dimensi, sehingga masing-masing sel hanya memiliki dua tetangga yang tepat bersebelahan, kecuali sel paling pinggir yang hanya mempunyai satu tetangga. CA satu dimensi biasanya memakai aturan yang diusulkan oleh Wolfram. Sebagai contoh berikut aturan no. 30 diberikan pada gambar 2.10



Gambar 2.10: Aturan 30 dari Wolfram

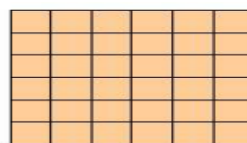
Cara membaca aturan tersebut adalah pada baris pertama terdapat 3 sel pada suatu saat (iterasi) tertentu, sel yang ditinjau adalah sel yang berada di tengah. Tetangga dari sel tersebut yaitu tetangga kiri dan kanan. Baris kedua menunjukkan keadaan sel pada *state* berikutnya. Sebagai contoh pada gambar paling kiri, sel pada bagian tengah (gelap) mempunyai tetangga kiri gelap dan tetangga kanan gelap maka iterasi berikutnya *state* sel tersebut berubah menjadi putih.

Sebagai ilustrasi, pada gambar 2.11 diberikan contoh penerapan aturan 30 dari Wolfram yang dimulai dari kondisi awal ( $t=0$ ) dengan sel gelap yang berada di tengah hingga  $t=9$ . [3]



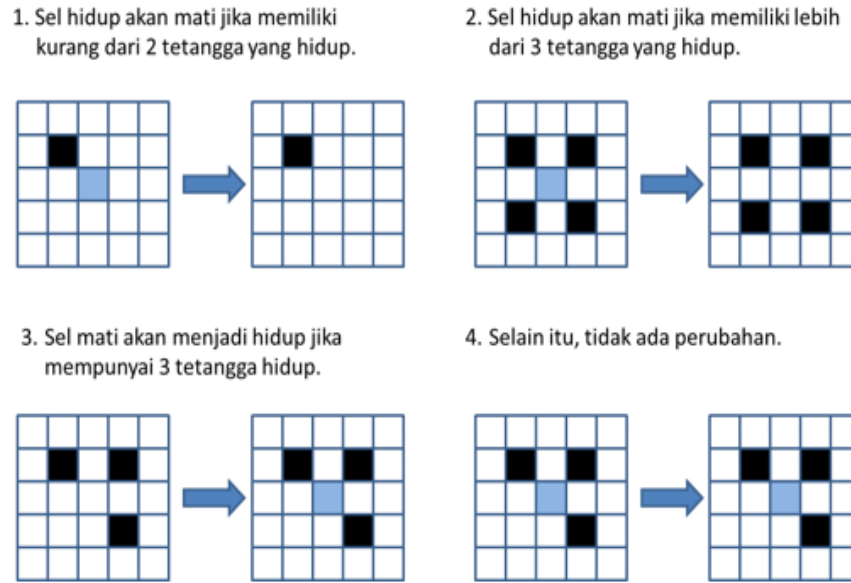
Gambar 2.11: Ilustrasi penerapan aturan 30 dari Wolfram

## 2. CA Dua Dimensi



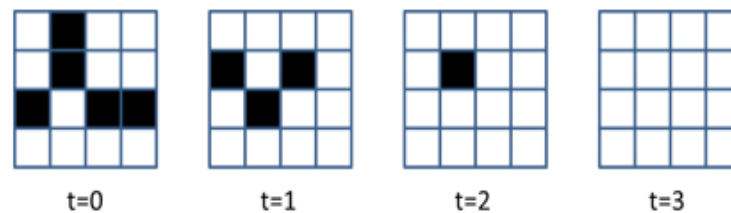
Gambar 2.12: CA 2 Dimensi

Cellular Automata dua dimensi adalah cellular automata yang ruang selnya biasanya berupa matriks, sehingga masing-masing sel memiliki lebih dari dua tetangga. CA dua dimensi yang sangat terkenal adalah Conway's *Game of Life*. Setiap sel pada CA menggambarkan suatu individu yang dapat berada pada *state* hidup atau mati. Sel hidup dapat berubah menjadi mati dan sel mati dapat berubah menjadi sel hidup. Aturan dasar Conway's diberikan pada gambar 2.13



Gambar 2.13: Aturan Dasar Conway's Game of Life

Berikut ilustrasi Conway yang menggambarkan perubahan yang terjadi pada sekumpulan sel mulai dari kondisi awal ( $t=0$ ) sampai dengan kondisi akhir ( $t=3$ ) yang dilakukan secara iteratif. Banyaknya sel hidup pada kondisi awal berkurang sedikit demi sedikit sampai pada kondisi akhir tidak ada lagi sel hidup. [3]

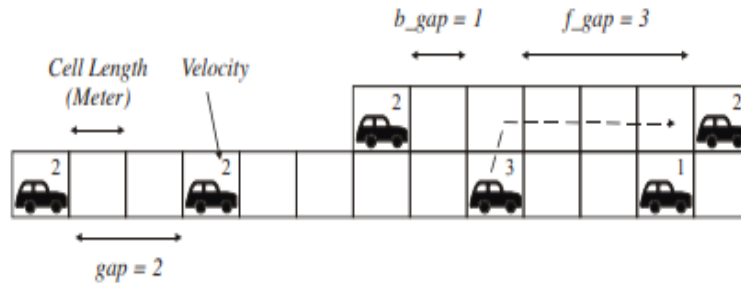


Gambar 2.14: Ilustrasi Conway's Game of Life

### 2.2.2 Aplikasi CA

#### 1. Bidang Transportasi

CA banyak digunakan untuk memodelkan lalu lintas, dengan tujuan utama biasanya adalah untuk mempelajari beban dari jalan-jalan di area tertentu. Contoh aplikasi CA di bidang transportasi ini adalah simulasi pengaturan lampu lalu lintas. Model dalam penelitian ini menggunakan CA 1 dimensi. Pada pergerakan atau perpindahan lajur kendaraan, terdapat beberapa aturan yaitu :



Gambar 2.15: Ilustrasi dua jalur

- (a) Kendaraan di depannya terlalu dekat ( $\text{kecepatan} > \text{gap}$ ).
- (b) Jalur di sebelahnya kosong.
- (c)  $f\_gap \geq \text{kecepatan}$ .
- (d)  $b\_gap \geq \text{kecepatan\_maksimum}$ .
- (e) Peluang untuk pindah terpenuhi ( $\text{rand}() \leq \text{peluang\_pindah}$ ). [8]

## 2. Bidang Kesehatan

Pada bidang kesehatan, CA juga sering digunakan untuk pemodelan penyebaran penyakit. Biasanya masalah penyebaran penyakit dimodelkan dengan CA dua dimensi dan menggunakan aturan Game of Life dari Conway. Contoh aplikasi yang diterapkan di dunia nyata yaitu simulasi infeksi virus influenza A menggunakan cellular automaton. Pada penelitian ini cellular automata yang digunakan adalah CA dua dimensi. CA yang dibangun akan memodelkan CA yang memiliki *lattice* berbentuk segienam sebagai penyederhanaan dari bentuk bola ke dalam dua dimensi, hal ini dikarenakan sel tubuh manusia berbentuk seperti bola. Pada penelitian ini digunakan batasan secara *periodic*, dengan asumsi sel yang berseberangan sebenarnya bersebelahan pada kondisi aslinya karena masing-masing virus hanya dapat menginfeksi jaringan tubuh tertentu saja. [9]

## 3. Bidang Lingkungan / Ekologi

CA juga dapat digunakan untuk pemodelan pada bidang lingkungan. Contoh penerapan cellular automata pada bidang lingkungan adalah simulasi dan pemodelan perubahan penggunaan lahan. Penelitian ini menggunakan algoritma DINAMICA, algoritma ini merupakan algoritma cellular automata hibrida yang mendukung pemodelan statistik untuk menemukan area yang berpotensi mengalami perubahan berdasarkan faktor pemicu yang telah ditentukan. Algoritma DINAMICA ini memerlukan beberapa parameter berupa :

- (a) Variabel statis dan dinamis

Variabel statis yang dimaksud adalah data penggunaan lahan multiwaktu yang dijadikan referensi fakta dalam pemodelan. Variabel dinamis adalah jarak setiap piksel dari penggunaan lahan perkotaan ke lahan bukan perkotaan terdekat.

- (b) Matriks transisi

Matriks transisi diperoleh dari persilangan tabulasi penggunaan lahan. Hasil dari persilangan ini adalah tingkat perubahan penggunaan lahan dalam satuan persen yang memperlihatkan banyaknya piksel yang terkonversi dari penggunaan lahan yang satu ke penggunaan lahan yang lain (bukan perkotaan ke perkotaan).

- (c) Probabilitas Transisi Spasial

Probabilitas Transisi Spasial adalah kemungkinan perubahan dari penggunaan lahan bukan perkotaan ke penggunaan lahan perkotaan.

## (d) Fungsi Transisi

Fungsi kalkulasi melakukan kalkulasi pemilihan piksel yang akan berubah dalam dua prosedur yaitu fungsi perluasan yang diaplikasikan pada *path dependent* dan fungsi tapak yang diaplikasikan pada kejadian spontan (random). [10]

## 4. Bidang Sains

Pada bidang sains, khususnya fisika CA dapat digunakan untuk memodelkan pergerakan partikel dan juga permasalahan lainnya terkait dengan fisika kuantum. Pada bidang biologi, CA digunakan untuk memodelkan sel biologis.

## 2.3 Entrepreneurial Cellular Automata

Entrepreneurial Cellular Automata merupakan pengembangan model dari Cellular Automata yang digunakan untuk mensimulasikan pertumbuhan kewirausahaan di Indonesia. Dalam kasus Entrepreneurial Cellular Automata (ECA), sel akan merepresentasikan wirausahawan dan ketetanggaannya akan merepresentasikan hubungan antar wirausahawan. Setiap wirausahawan mempunyai dua sifat atribut yaitu statis (nilainya tidak berubah) dan dinamis (nilainya dapat berubah). Contoh atribut statis adalah bidang usaha, kategori usaha, lokasi geografis dan jenis kelamin. Contoh atribut dinamis adalah usia, level wirausaha dan usia usaha.

Perubahan atribut dinamis dari waktu ke waktu didefinisikan dengan fungsi transisi. Fungsi transisi terdiri dari beberapa aturan. Atribut penting dalam kewirausahaan yaitu level wirausaha karena atribut ini digunakan untuk menentukan perkembangan dari kewirausahaan. Cara menentukan seorang wirausaha akan meneruskan usahanya diketahui dari sebuah angka yang disebut *Continuity Index (CIdx)*. *CIdx* dari seorang wirausaha tidak hanya dipengaruhi oleh faktor dari dalam tetapi juga dipengaruhi oleh faktor dari luar. Faktor luar dipengaruhi oleh tetangga-tetangganya seperti kebijakan pemerintah, kondisi perekonomian dunia, dsb. Seorang wirausahawan akan meneruskan usahanya jika *CIdx*-nya memenuhi nilai ambang tertentu.

Atribut dari seorang wirausahawan dapat berubah dari waktu ke waktu, hal ini menyebabkan ketetangaan juga dapat berubah dari waktu ke waktu. Sebagai contoh, diasumsikan terdapat wirausahawan  $e1$  dan  $e2$  bertetangaan pada waktu  $t$ , jika  $e1$  berubah keadaannya pada  $t + 1$  maka  $e1$  dan  $e2$  tidak lagi bertetangaan pada saat  $t + 1$ .

### 2.3.1 Definisi ECA

Diberikan  $p$  himpunan nilai atribut:  $A_1, \dots, A_p$  dan sebuah indikator  $Pub = p_1, \dots, p_m$ , sebuah ECA  $M$  adalah sebuah tupel

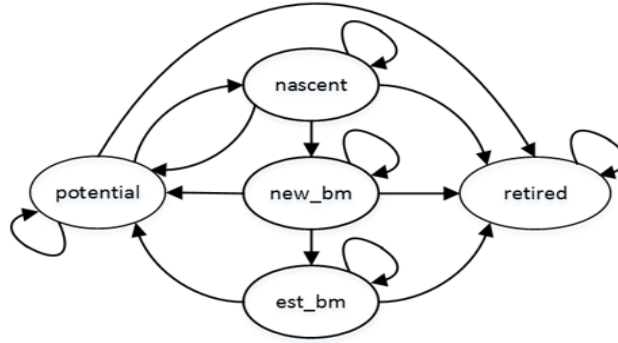
$$M = (E, \alpha, N, \omega, \rho, \delta, \sigma)$$

dimana :

- $E = e_1, \dots, e_n$  adalah himpunan berhingga wirausahaan,
- $\alpha = \alpha_1, \dots, \alpha_p$  adalah himpunan berhingga atribut dimana setiap  $\alpha_i$  didefinisikan sebagai  $\alpha_i : E \rightarrow A_i$ ,
- $N = N_1, \dots, N_k$  adalah himpunan berhingga ketetangaan dimana setiap  $N_i$  didefinisikan sebagai  $N_i : E \times E \rightarrow \mathbb{R}$ ,
- $\omega = \omega_1, \dots, \omega_k$  adalah himpunan fungsi bobot atau nilai ketetangaan dimana  $\omega_i : N_i \rightarrow \mathbb{R}$  memetakan setiap fungsi ketetangaan ke sebuah bilangan riil,
- $\rho = \rho_1, \dots, \rho_p$  adalah himpunan indikator publik dimana setiap  $\rho_i$  didefinisikan sebagai  $\rho_i : p_i \rightarrow \mathbb{R}$ ,

- $\delta : \beta \rightarrow \beta$  adalah fungsi transisi state, dan
- $\sigma : N \rightarrow N$  adalah sebuah fungsi transformasi ketetanggaan.

Berdasarkan model kewirausahaan terdapat empat tingkatan wirausaha yaitu *potential*, *nascent*, *new business manager* dan *manager of established business*. Akan ditambahkan pula tingkatan wirausaha yang menyatakan wirausahawan di atas umur 64 tahun yaitu *retired*. Pada gambar 2.16 akan ditunjukkan secara lebih lanjut, *new\_bm* dan *est\_bm* dinyatakan sebagai *new business manager* dan *manager of established business*.



Gambar 2.16: Diagram Transisi Level Wirausaha

Perubahan dari satu level ke level yang lain berdasarkan pada sebuah nilai yang dinamakan Continuity Index, selain usia usaha dan usia individu. Pada tabel 3.1 akan dijelaskan mengenai transisi level dengan menggunakan lambang-lambang  $CIdx$ ,  $bl$ ,  $a$ ,  $b$  dan  $th$  untuk menyatakan *Continuity Index*, *level*, usia individu, usia usaha dan nilai ambang. Nilai ambang ini digunakan sebagai syarat minimal yang harus dipenuhi wirausahawan untuk dapat meneruskan usahanya. Sebagai satu waktu digunakan bulan.

Tabel 2.2: Transisi Level Wirausaha

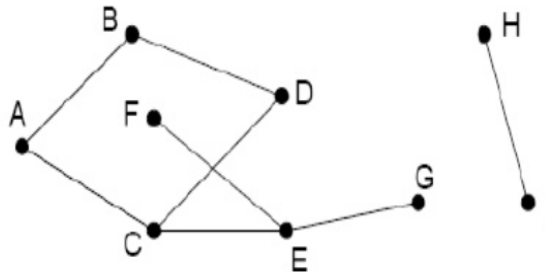
Waktu sekarang	Waktu berikutnya
$bl = \text{potential}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{potential}, CIdx \geq th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{nascent}$
$bl = \text{potential}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{nascent}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{nascent}, CIdx \geq th, b < 3$	$bl = \text{nascent}$
$bl = \text{nascent}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{new\_bm}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{new\_bm}, CIdx \geq th, b < 42$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{new\_bm}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{est\_bm}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{est\_bm}, CIdx \geq th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{est\_bm}$
$bl = \text{est\_bm}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{retired}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$

## 2.4 Graf

Graf dalam matematika dan ilmu komputer adalah himpunan benda-benda yang disebut simpul (*vertex* atau *node*) yang terhubung oleh sisi (*edge*). Sebuah graf biasanya digambarkan dengan

sekumpulan titik-titik yang dihubungkan oleh garis-garis. Suatu sisi dapat menghubungkan suatu simpul dengan simpul yang sama, sisi ini disebut dengan *loop*.

Graf biasanya dinyatakan sebagai  $G = \langle V, E \rangle$ , dimana  $V$  adalah simpul pada graf sedangkan  $E$  adalah sisi pada graf. Sebagai contoh definisi dari graf terdapat  $V = A, B, C, D, E, F, G, H, I$  dan  $E = A, B, A, C, B, D, C, D, C, E, E, F, E, G, H, I$  berikut gambar graf sesuai dengan pernyataan  $V$  dan  $E$  di atas :



Graf memiliki banyak jenis, jenis-jenis graf ini didasarkan pada ada tidaknya *loop* pada suatu graf dan sisi pada graf yang mempunyai orientasi arah. Berdasarkan ada tidaknya *loop* pada suatu graf digolongkan menjadi dua jenis :

1. Graf Sederhana

Graf ini tidak mempunyai sisi ganda.

2. Graf tak-sederhana

Graf ini mempunyai sisi ganda.

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, secara umum graf dibedakan menjadi 2 jenis :

1. Graf tak-berarah

Graf yang sisinya tidak mempunyai arah. Pada graf ini urutan sisi tidak diperhatikan.

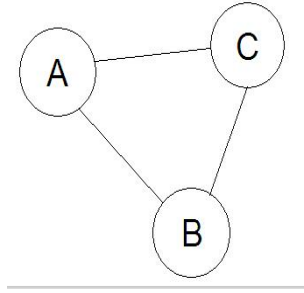
2. Graf berarah

Graf yang sisinya mempunyai arah. Pada graf ini urutan sisi diperhatikan. [11]

Sebuah graf dinyatakan sebagai struktur data yang terdiri dari simpul dan sisi yang membangun hubungan antar simpul. Terdapat dua macam representasi graf yaitu *adjacency list* dan *adjacency matrix*. [12]

### 2.4.1 Adjacency List

Adjacency list merupakan bentuk representasi dari seluruh sisi dalam sebuah graf sebagai suatu senarai (*linked list*). Simpul-simpul yang dihubungkan merupakan simpul-simpul yang saling terkait. Dalam implementasinya, adjacency list menggunakan *hash table* untuk menghubungkan satu simpul dengan simpul lain yang saling terkait. Contoh implementasi adjacency list yaitu sebagai berikut :

Gambar 2.17: *Undirected Cyclic Graph*

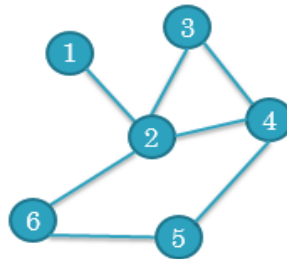
Graf pada gambar 2.17 dapat direpresentasikan melalui tabel 2.3 :

Tabel 2.3: Tabel Representasi Adjacency List

Vertex	Adjacency	Array of Adjacent
a	adjacent to	b,c
b	adjacent to	a,c
c	adjacent to	a,b

### 2.4.2 Adjacency Matrix

Adjacency Matrix merupakan representasi matrix  $N \times N$  yang menyatakan hubungan antar simpul dalam suatu graf. Kolom dan baris menyatakan simpul-simpul, sedangkan nilai entri dari matrix menyatakan hubungan antar simpul. Contoh implementasi adjacency matrix pada graf tidak berarah yaitu sebagai berikut :

Gambar 2.18: *Undirected Cyclic Graph*

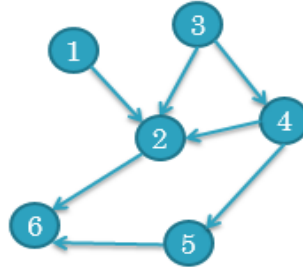
Graf pada gambar 2.18 dapat direpresentasikan melalui tabel 2.4 :

Tabel 2.4: Tabel Representasi Adjacency Matrix

v	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	0	0	0
2	1	0	1	1	0	1
3	0	1	0	1	0	0
4	0	1	1	0	1	0
5	0	0	0	1	0	1
6	0	1	0	0	1	0

Contoh adjacency matrix pada graf berarah yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.19: *Directed Cyclic Graph*

Graf pada gambar 2.19 dapat direpresentasikan melalui tabel 2.5 :

Tabel 2.5: Tabel Representasi Adjacency Matrix

v	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1
3	0	1	0	1	0	0
4	0	1	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0



## BAB 3

### ANALISIS

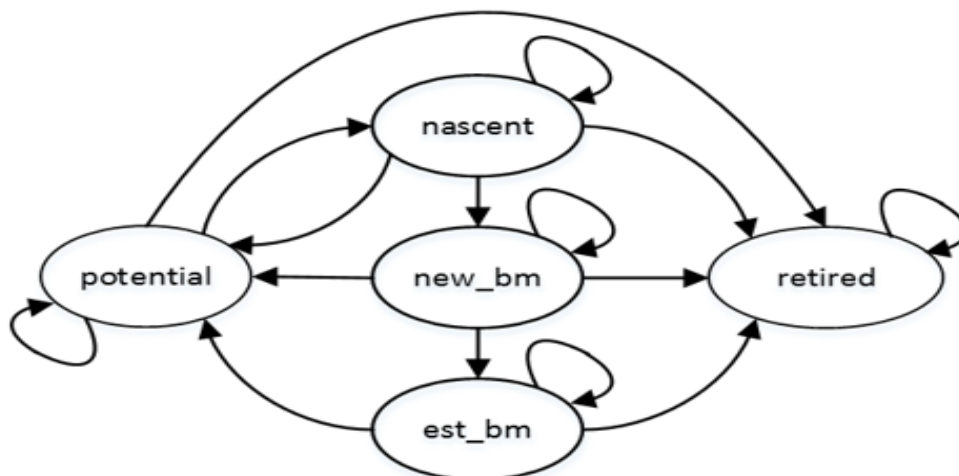
Pada bab ini akan dilakukan analisis mengenai pembuatan model pertumbuhan wirausaha dengan Cellular Automata. Pembahasan akan dimulai dari analisa pertumbuhan wirausaha di Indonesia yang menjadi pokok permasalahan. Lalu dari analisis ini akan dilanjutkan dengan analisis kebutuhan perangkat lunak agar mampu memodelkan pertumbuhan wirausaha di Indonesia.

#### 3.1 Analisis Pertumbuhan Wirausaha

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2 kewirausahaan dalam negara berkembang seperti Indonesia memang sangat diperlukan untuk membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi. GEM melakukan penelitiannya berdasarkan :

1. Keadaan ekonomi negara,
2. Kemampuan dan motivasi individu serta cara pandang masyarakat mengenai wirausaha,
3. Pertumbuhan kewirausahaan dan persaingan antar negara tentang seberapa inovatif usaha tersebut.

Kewirausahaan menurut GEM merupakan sebuah proses yang memiliki tahapan-tahapan yang berbeda. Tahapan yang pertama yaitu individu yang bisa melihat peluang baik dalam berwirausaha dan memiliki kemampuan untuk berwirausaha (*potential entrepreneur*). Kedua, individu yang sudah menjalankan usahanya dalam waktu kurang dari tiga bulan (*nascent entrepreneur*). Ketiga, individu yang sudah menjalankan usahanya selama lebih dari tiga bulan tetapi tidak lebih dari tiga setengah tahun (*new business manager*). Keempat, individu yang sudah menjalankan usahanya lebih dari tiga setengah tahun (*established entrepreneur*). Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 3.1. Digunakan *new\_bm* untuk new business manager dan *est\_bm* untuk established business.



Dalam pertumbuhan wirausaha tentu ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberlangsungan pertumbuhan wirausaha. Secara umum, atribut atau faktor yang mempengaruhi pertumbuhan wirausaha yaitu terbagi menjadi 2 jenis yaitu atribut statis dan dinamis. Atribut dinamis yaitu umur, level wirausaha dan usia usaha. Atribut statis yaitu bidang usaha, kategori usaha, jenis kelamin dan lokasi geografis. Sedangkan atribut secara psikologis menurut GEM yaitu Perceived Opportunities, Perceived Capabilities, Entrepreneurial Intention dan Fear of Failure Rate.

## 3.2 Analisis Pemodelan Cellular Automata

Pada penelitian ini akan menggunakan cellular automata berbasis graf. Hal ini dikarenakan jumlah wirausaha di Indonesia yang tidak sedikit, sebab jika menggunakan cellular automata satu atau dua dimensi jumlahnya terbatas.

### 3.2.1 Analisis Ruang Sel

Ruang sel dalam pemodelan ini berupa individu wirausahawan. Individu wirausahawan memiliki beberapa atribut (umum dan psikologis), masing-masing atribut memiliki nilai yang didapat dari data GEM 2013.

### 3.2.2 Analisis Fungsi Transisi

Fungsi transisi dalam penelitian ini ditentukan oleh :

1. Atribut Umum
  - (a) Umur
  - (b) Level Wirausaha
  - (c) Bidang Usaha
  - (d) Jenis Kelamin
  - (e) Pendidikan
  - (f) Pendapatan
  - (g) Lokasi
2. Atribut Psikologis
  - (a) Perceived Opportunities
  - (b) Perceived Capabilities
  - (c) Role Model
3. Faktor Publik
  - (a) Program Pemerintah
  - (b) Norma, Sosial dan Budaya
  - (c) Infrastruktur Fisik dan Akses Layanan
  - (d) Dinamika Pasar

Selain itu, bobot dari masing-masing ketetanggaan juga mempengaruhi perubahan transisi wirausaha. Perubahan transisi dari individu wirausahawan dapat diketahui melalui angka yang disebut Continuity Index (CI<sub>dx</sub>).

$$CI_{dx_i}(t) = a.C_{int_i}(t) + b.C_{neg_i}(t) + c.C_{pub}(t)$$

dimana  $a, b, c$  merupakan bilangan riil sedemikian sehingga  $0 \leq a, b, c \leq 1$  dan  $a + b + c = 1.0$  dan  $Cint_i(t)$  dan  $Cneg_i(t)$  melambangkan kondisi internal dan kondisi ketetanggaaan dari sebuah individu  $i$  pada saat  $t$  dan  $Cpub(t)$  melambangkan kondisi publik pada saat  $t$  nilai dari  $CIdx$  dari individu  $i$  pada saat  $t$ .

$CIdx$  dari seorang wirausahawan ditentukan oleh faktor luar dan dalam. Seorang wirausahawan akan meneruskan usahanya jika  $CIdx$  nya memenuhi nilai ambang tersebut. Jika nilai dari Continuity Index sudah sama atau lebih dari nilai ambang, level wirausaha akan berubah. Sebaliknya, jika nilai dari Continuity Index kurang dari sama dengan nilai ambang, level wirausaha bisa saja berubah dan bisa saja tidak berubah.

### 3.3 Analisis Model Pertumbuhan Wirausaha dengan Cellular Automata

Analisis model pertumbuhan wirausaha bergantung terhadap nilai *Continuity Index* dan nilai ambang (*threshold*). Seperti yang sudah dijelaskan pada 2, Continuity Index adalah angka yang menentukan seorang wirausaha akan meneruskan usahanya atau tidak. Sedangkan nilai ambang berfungsi untuk acuan (patokan) perubahan wirausaha dari waktu ke waktu. (Rumus  $CIdx$  : 3.2.2).

Nilai dari Continuity Index akan dievaluasi terlebih dahulu menggunakan tabel transisi wirausaha (3.1). Pada tabel 3.1 akan dijelaskan mengenai transisi level dengan menggunakan lambang-lambang  $CIdx$ ,  $bl$ ,  $a$ ,  $b$  dan  $th$  untuk menyatakan *Continuity Index*, *level*, usia individu, usia usaha dan nilai ambang.

Tabel 3.1: Transisi Level Wirausaha

Waktu sekarang	Waktu berikutnya
$bl = \text{potential}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{potential}, CIdx \geq th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{nascent}$
$bl = \text{potential}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{nascent}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{nascent}, CIdx \geq th, b < 3$	$bl = \text{nascent}$
$bl = \text{nascent}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{new\_bm}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{new\_bm}, CIdx \geq th, b < 42$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{new\_bm}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{est\_bm}, CIdx < th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{potential}$
$bl = \text{est\_bm}, CIdx \geq th, a < 64 \times 12$	$bl = \text{est\_bm}$
$bl = \text{est\_bm}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$
$bl = \text{retired}, a \geq 64 \times 12$	$bl = \text{retired}$

Untuk mempermudah pemahaman mengenai Continuity Index, akan diberikan contoh simulasi dari data tidak real, yaitu terdapat nilai  $a = 0.5$ ,  $b = 0.3$  dan  $c = 0.2$  dan nilai ambangnya 10. Nilai dari kondisi internal wirausaha diambil dari Nawangpalupi (Perceived Opportunities = 0.47, Perceived Capabilities = 0.62, Entrepreneurial Intention = 0.35 dan Fear of Failure = 0.35). Diasumsikan terdapat tiga wirausahawan dan masing-masing wirausahawan memiliki tiga atribut yaitu level wirausaha, umur dan jenis kelamin. Penjelasan lebih lanjut yaitu sebagai berikut :

Tabel 3.2: Data wirausahawan

	Umur	Level Wirausaha	Jenis kelamin
Entrepreneur 1	19 tahun (228 bulan)	nascent	Male
Entrepreneur 2	24 tahun (288 bulan)	new_bm	Male
Entrepreneur 3	30 tahun (360 bulan)	new_bm	Female

Berikut data bobot untuk masing-masing atribut :

Tabel 3.3: Data Bobot Atribut

Atribut	Bobot
Umur	
(25-34 tahun)	7.5
(35-44 tahun)	7.8

Berikut data nilai untuk masing-masing atribut :

Tabel 3.4: Data Bobot Atribut Level Usaha

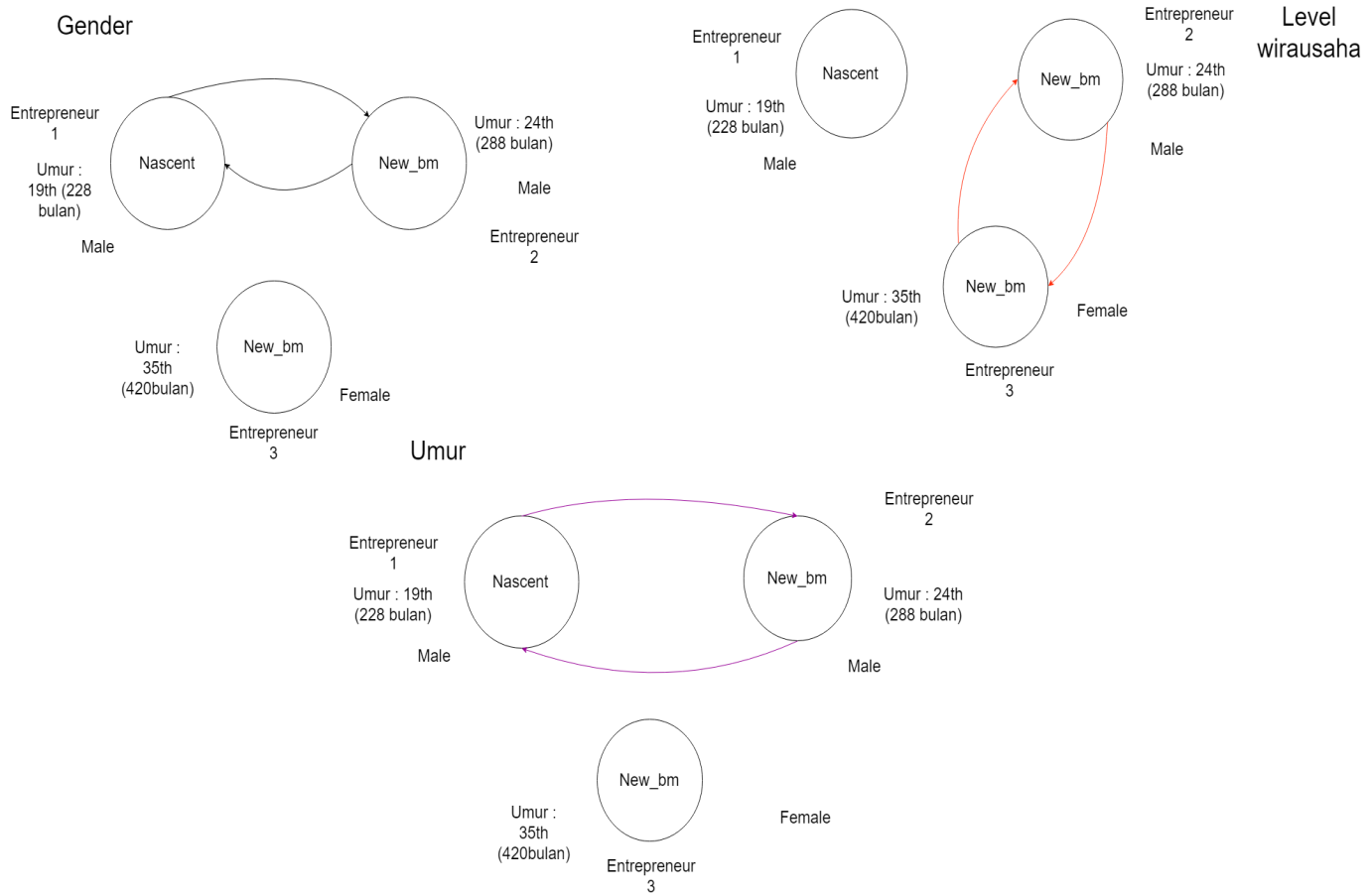
	Bobot
Potential	7.0
Nascent	7.4
New_bm	7.6
Est_bm	7.8

Tabel 3.5: Data Bobot Atribut Umur

	Bobot
(18-24 tahun)	7.0
(25-34 tahun)	7.5
(35-44 tahun)	7.8

Tabel 3.6: Data Bobot Atribut Jenis Kelamin

	Bobot
Male	0.6
Female	0.4



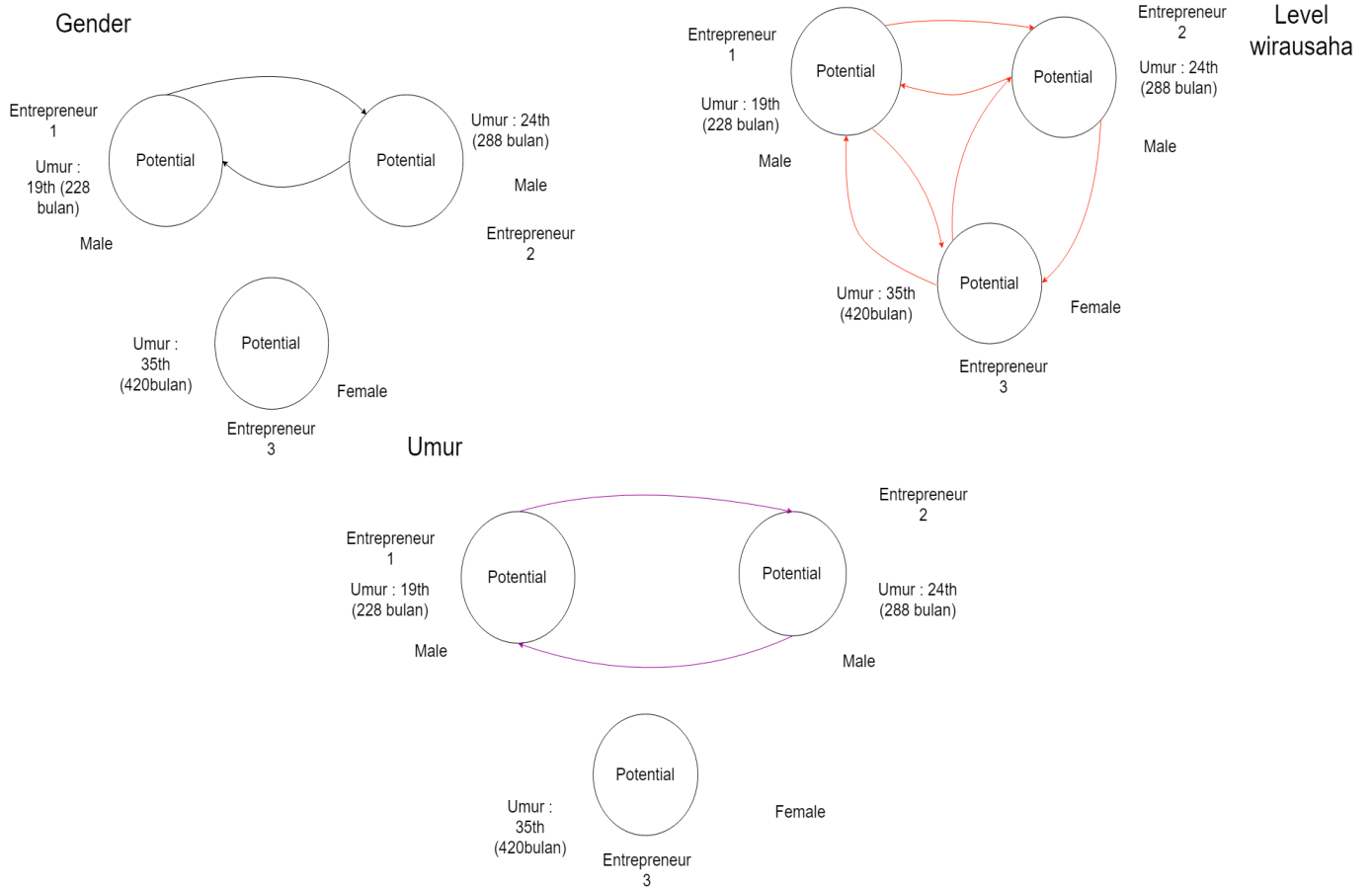
Gambar 3.1: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat  $t = 0$

Dalam simulasi ini diasumsikan terdapat dua kondisi publik yaitu financial environment related with entrepreneurship yang memiliki bobot 3.06 dan cultural, social norms and society support yang memiliki bobot 3.29. Perhitungan masing-masing entrepreneur 1, entrepreneur 2 dan entrepreneur 3 ( $E_1, E_2, E_3$ ) pada saat  $t=0$  yaitu sebagai berikut :

$$CIdx_1(t=0) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{2}\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.305 \quad (3.1)$$

$$CIdx_2(t=0) = 0.5 \times (7.6 + 7.0 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.63 \quad (3.2)$$

$$CIdx_3(t=0) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.345 \quad (3.3)$$



Gambar 3.2: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat  $t = 0$

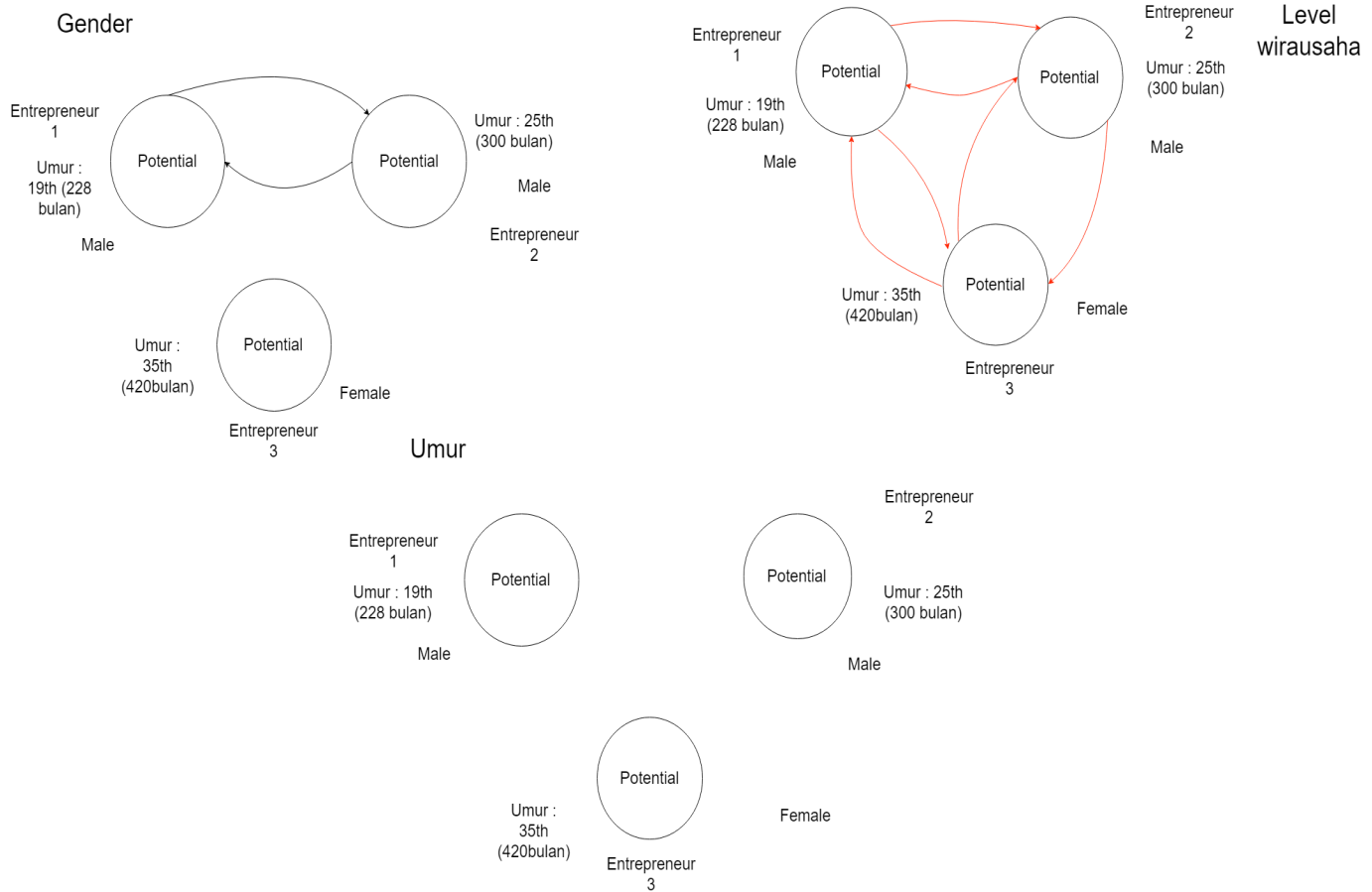
Perhitungan masing-masing entrepreneur 1, entrepreneur 2 dan entrepreneur 3 ( $E_1, E_2, E_3$ ) pada saat  $t=1$  yaitu sebagai berikut :

$$CIdx_1(t = 1) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.254 \quad (3.4)$$

$$CIdx_2(t = 1) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.68 \quad (3.5)$$

$$CIdx_3(t = 1) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.295 \quad (3.6)$$





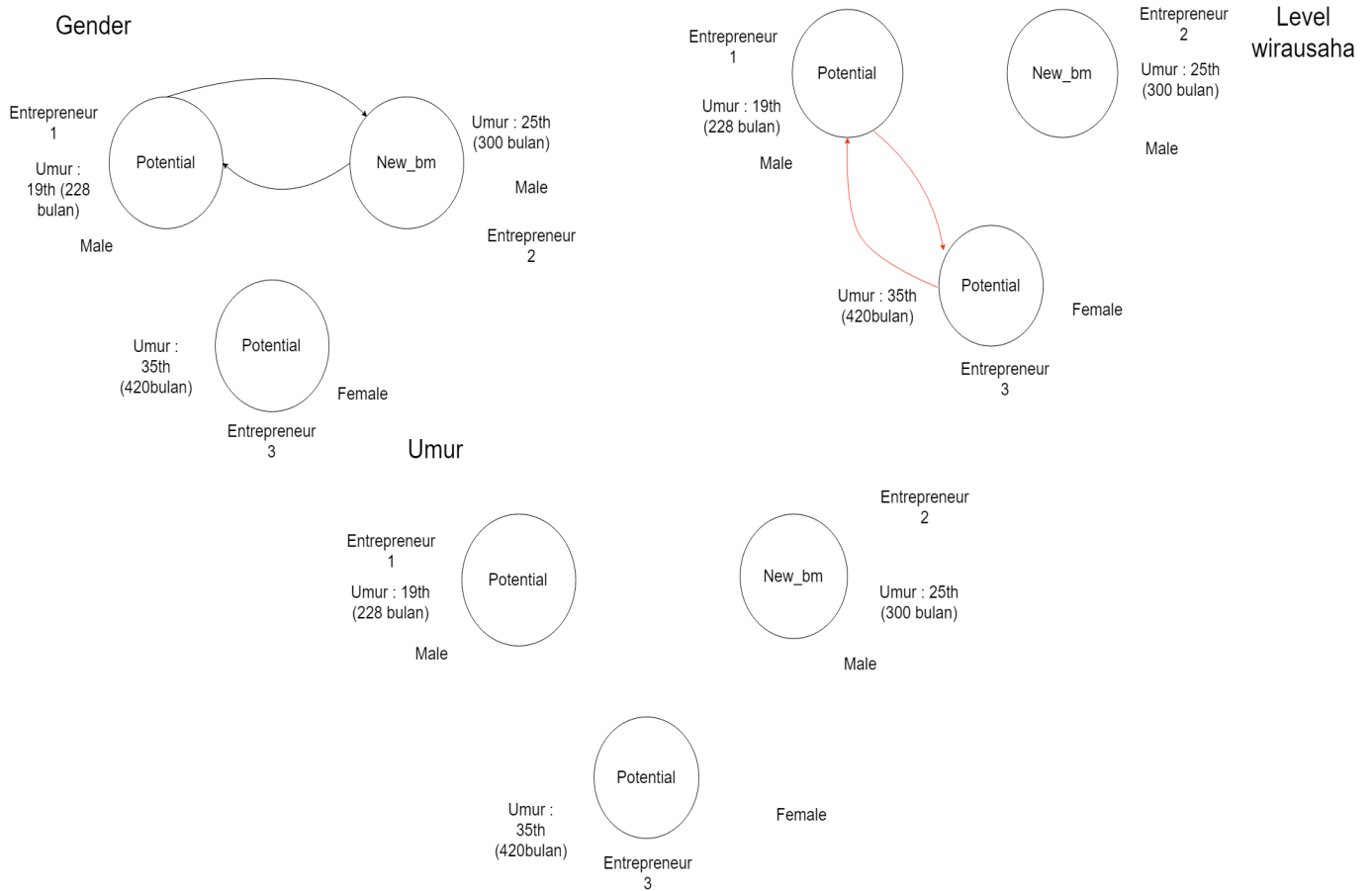
Gambar 3.3: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat  $t = 1$

Pada saat  $t=2$  terdapat 1 kondisi publik baru yaitu physical infrastructures and services access yang memiliki bobot 3.45.

$$CI dx_1(t=2) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 9.945 \quad (3.7)$$

$$CI dx_2(t=2) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 10.37 \quad (3.8)$$

$$CI dx_3(t=2) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 9.985 \quad (3.9)$$



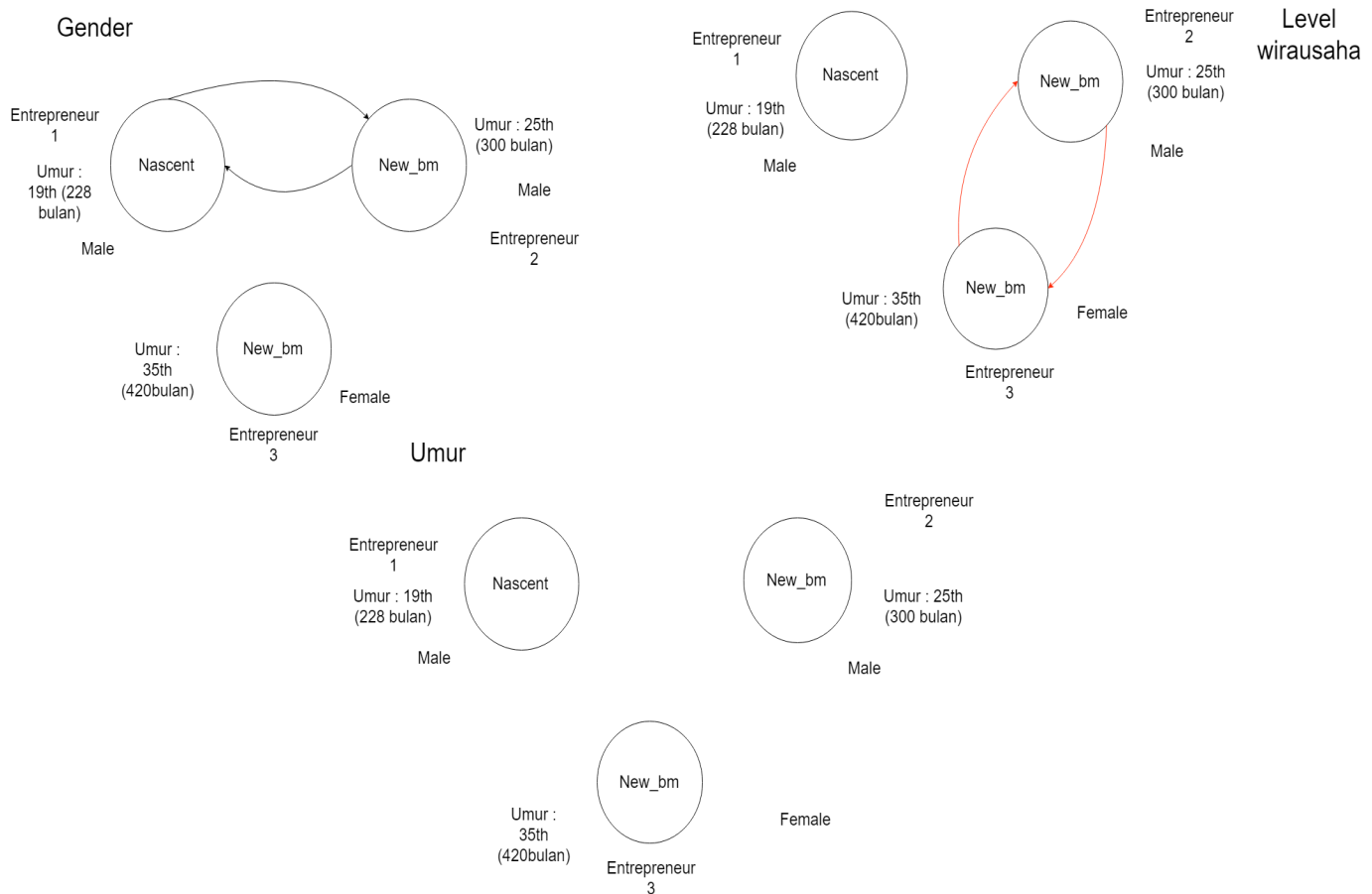
Gambar 3.4: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat  $t = 2$

Pada saat  $t=3$  terdapat satu kondisi publik baru yaitu internal market dynamic yang memiliki bobot 3.92.

$$CI dx_1(t = 3) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 10.779 \quad (3.10)$$

$$CI dx_2(t = 3) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + 0 + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 11.054 \quad (3.11)$$

$$CI dx_3(t = 3) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 10.819 \quad (3.12)$$

Gambar 3.5: Gambar ketetanggaan tiga entrepreneur pada saat  $t = 3$ 

### 3.4 Analisis Kode Entrepreneur Cellular Automata (ECA)

Berdasarkan hasil analisa, berikut adalah penjelasan secara umum mengenai isi kode ECA:

1. Kelas EGM merupakan kelas untuk menjalankan perhitungan CIDx, CIDx merupakan angka yang mengindikasikan kemungkinan seorang wirausahawan untuk meneruskan usahanya. Perhitungan CIDx ini menggunakan data dari GEM 2013.
2. Kelas CA merupakan kelas yang merepresentasikan cellular automata.
3. Kelas Entrepreneur merupakan kelas untuk merepresentasikan individu wirausahawan.
4. Kelas Neighbor merupakan kelas untuk merepresentasikan ketetanggaan untuk satu aspek tertentu. Setiap aspeknya didefinisikan sebagai satu neighbor yang berupa adjacency matrix.
5. Kelas Neighborhood merupakan kelas untuk merepresentasikan himpunan ketetanggaan yang tersusun atas sejumlah ketetanggaan.
6. Kelas PublicFactor merupakan kelas untuk merepresentasikan faktok publik.
7. Kelas State merupakan kelas untuk

### 3.5 Framework yang Digunakan

Framework yang akan dipakai pada penelitian ini yaitu java.

### 3.6 Analisis Perangkat Lunak

Pada bagian ini akan diberikan diagram kelas beserta penjelasannya.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] NPM : 1315351060 (2016) Pengaruh Perkembangan Kewirausahaan Terhadap Tingkat Perekonomian Indonesia. <https://student.unud.ac.id/1315351060/news/13052>. [Online, Diakses 22-Maret-2018].
- [2] Catharina Badra Nawangpalupi, Gandhi Pawitan, Agus Gunawan, Maria Widyarini, Triyana Iskandarajah (2014) Global Entrepreneurship Monitor 2013 Indonesia Report. [Diakses 15-Maret-2018].
- [3] Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni, S.T., M.T. dan Vania Natali, S.Kom., M.T. (2017) Pengembangan Model Keberlangsungan Wirausaha dengan Cellular Automata. [Diakses 22-Maret-2018].
- [4] Fery Agus Priana (2012) Pengertian dan definisi wirausaha menurut para ahli. <http://afeyaja.blogspot.co.id/2011/02/pengertian-dan-definisi-wirausaha.html>. [Online; diakses 15-Maret-2018].
- [5] Global Entrepreneurship Research Association (GERA) (2017) Global Entrepreneurship Monitor (GEM). [Diakses 15-Maret-2018].
- [6] Catharina Badra Nawangpalupi, Gandhi Pawitan, Agus Gunawan, Maria Widyarini, FE Putri, Triyana Iskandarajah (2016) Entrepreneurship in Indonesia - Conditions and Opportunities for Growth and Sustainability. [Diakses 22-Maret-2018].
- [7] Niloy Ganguly A Survey on Cellular Automata. [Diakses 26-Maret-2018].
- [8] Septian Nugraha Kudrat, Yuliant Sibaroni dan Erwin Budi Setiawan (2015) Simulasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Menggunakan Cellular Automata dan Fuzzy Inference System. <http://socj.telkomuniversity.ac.id/ocs/index.php/indosc/indosc15/paper/viewFile/34/20>. [Online, diakses 26-Maret-2018].
- [9] Amanda, Valentina W (2014) Simulasi Infeksi Virus Influenza A Menggunakan Cellular Automaton. [Diakses 26-Maret-2018].
- [10] Bramantiyo Marjuki (2016) How Will Dhaka Grow Spatially In Future? Modelling Its Urban Growth With A Near-Future Planning Scenario Perspective. <https://www.slideshare.net/bramantiyomarjuki/a-translation-paper-about-cellular-automata>. [Online, diakses 27-Maret-2018].
- [11] Dany Satrio Kintoko (2013) Teori Dasar Graf. <http://danysatriokintoko.blogspot.co.id/>. [Online, diakses 28-Maret-2018].
- [12] Wisnu Suhoko (2011) Struktur Data Graf. <https://wisnusuhoko.wordpress.com/2011/01/16/struktur-data-graf/>. [Online, diakses 12-April-2018].



# LAMPIRAN A

## KODE PROGRAM

Listing A.1: MyCode.c

```

1 // This does not make algorithmic sense,
2 // but it shows off significant programming characters.
3
4 #include<stdio.h>
5
6 void myFunction( int input, float* output ) {
7     switch ( array[i] ) {
8         case 1: // This is silly code
9             if ( a >= 0 || b <= 3 && c != x )
10                 *output += 0.005 + 20050;
11             char = 'g';
12             b = 2^n + ~right_size - leftSize * MAX_SIZE;
13             c = (--aaa + &daa) / (bbb++ - ccc % 2 );
14             strcpy(a,"hello_$@?");
15         }
16         count = ~mask | 0x00FF00AA;
17     }
18 }
19
20 // Fonts for Displaying Program Code in LATEX
21 // Adrian P. Robson, nepsweb.co.uk
22 // 8 October 2012
23 // http://nepsweb.co.uk/docs/progfonts.pdf

```

Listing A.2: MyCode.java

```

1 import java.util.ArrayList;
2 import java.util.Collections;
3 import java.util.HashSet;
4
5 //class for set of vertices close to furthest edge
6 public class MyFurSet {
7     protected int id; //id of the set
8     protected MyEdge FurthestEdge; //the furthest edge
9     protected HashSet<MyVertex> set; //set of vertices close to furthest edge
10    protected ArrayList<ArrayList<Integer>> ordered; //list of all vertices in the set for each trajectory
11    protected ArrayList<Integer> closeID; //store the ID of all vertices
12    protected ArrayList<Double> closeDist; //store the distance of all vertices
13    protected int totaltrj; //total trajectories in the set
14
15    /*
16     * Constructor
17     * @param id : id of the set
18     * @param totaltrj : total number of trajectories in the set
19     * @param FurthestEdge : the furthest edge
20     */
21    public MyFurSet(int id,int totaltrj,MyEdge FurthestEdge) {
22        this.id = id;
23        this.totaltrj = totaltrj;
24        this.FurthestEdge = FurthestEdge;
25        set = new HashSet<MyVertex>();
26        ordered = new ArrayList<ArrayList<Integer>>();
27        for (int i=0;i<totaltrj;i++) ordered.add(new ArrayList<Integer>());
28        closeID = new ArrayList<Integer>(totaltrj);
29        closeDist = new ArrayList<Double>(totaltrj);
30        for (int i = 0;i <totaltrj;i++) {
31            closeID.add(-1);
32            closeDist.add(Double.MAX_VALUE);
33        }
34    }
35
36 }

```





## LAMPIRAN B

### HASIL EKSPERIMEN

Hasil eksperimen berikut dibuat dengan menggunakan TIKZPICTURE (bukan hasil excel yg diubah ke file bitmap). Sangat berguna jika ingin menampilkan tabel (yang kuantitasnya sangat banyak) yang datanya dihasilkan dari program komputer.



Gambar B.1: Hasil 1



Gambar B.2: Hasil 2



Gambar B.3: Hasil 3



Gambar B.4: Hasil 4