

SIMULATOR PERTUMBUHAN WIRUSAHA BERBASIS CELLULAR AUTOMATA

VANESSA SUKAMTO—2014730010

1 Data Skripsi

Pembimbing utama/tunggal: **Cecilia Esti Nugraheni**

Pembimbing pendamping: -

Kode Topik : **CEN4402**

Topik ini sudah dikerjakan selama : **1 semester**

Pengambilan pertama kali topik ini pada : **Semester 8 - Genap 17/18**

Pengambilan pertama kali topik ini di kuliah : **Skripsi 1**

Tipe Laporan : **B -** Dokumen untuk reviewer pada presentasi dan **review Skripsi 1**

2 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. 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 memiliki 1.5% pengusaha dari total penduduk. Masih diperlukan 1.7 juta pengusaha untuk mencapai angka 2%. 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, 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 Natali¹. ECA adalah pengembangan dari Cellular Automata standar dari Ulam dan New Neuman. Pada¹ 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.

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. Mengembangkan model keberlangsungan wirausaha dengan *cellular automata*.

4 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 mengembangkan model keberlangsungan wirausaha dengan *cellular automata*?

5 Detail Perkembangan Pengerjaan Skripsi

Detail bagian pekerjaan skripsi sesuai dengan rencana kerja/laporan perkembangan terakhir :

¹Cecilia E. Nugraheni dan Vania Natali. Pengembangan Model Keberlangsungan Wirausaha Dengan Cellular Automata. Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNPAR. 2017.

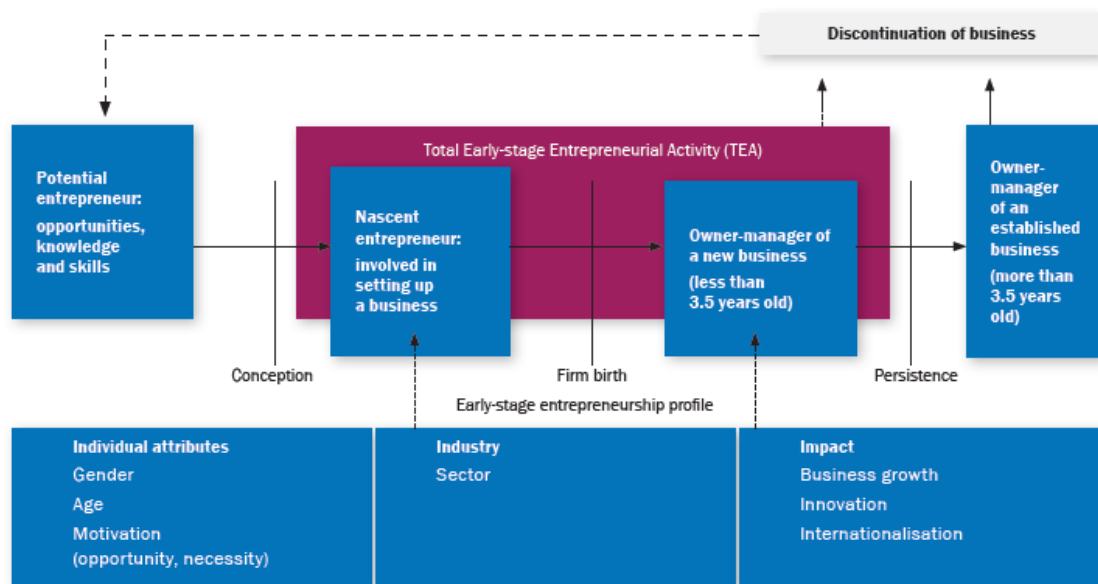
1. Mempelajari kewirausahaan secara umum khususnya GEM.

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

Arti kewirausahaan secara umum adalah 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. Wirausaha merupakan orang 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.

Kewirausahaan menurut penelitian GEM merupakan sebuah proses yang memiliki tahapan-tahapan yang berbeda (Gambar 1). Tahapan yang pertama yaitu individu yang mulai terlibat dalam dunia kewirausahaan yang memiliki kemampuan untuk membuka usaha, mampu melihat peluang dan tidak takut akan kegagalan dalam membuka suatu usaha (*Potential Entrepreneur*). Kedua, individu yang sudah menjalankan usahanya dalam waktu kurang dari tiga bulan (*Nascent Entrepreneur*). Ketiga, individu yang sudah menjalankan usahanya lebih dari tiga bulan tetapi kurang dari tiga setengah tahun (*New Business Owners*). Wirausaha *nascent* dan *New Business Owners* ini masuk dalam TEA (Totally Early-Stage Entrepreneurial Activity) dalam sebuah ekonomi. Tahapan terakhir yaitu individu yang sudah menjalankan usahanya lebih dari tiga setengah tahun (*Established Entrepreneurs*).



Gambar 1: Fase Wirausaha

Tahapan dari wirausaha juga dipengaruhi oleh atribut internal dari wirausahawan itu sendiri dalam menjalankan usahanya. Atribut-atribut ini dibedakan menjadi atribut statis (nilainya tidak berubah) dan atribut dinamis (nilainya dapat berubah). Berikut merupakan atribut-atribut yang mempengaruhi berlangsungnya kegiatan kewirausahaan:

(a) Atribut Dinamis

- Umur : usia dari wirausaha itu sendiri.
- Level Wirausaha : tingkat wirausaha dilihat dari berapa lama usaha itu dilakukan.
- Usia usaha : usia dari usaha yang dilakukan wirausahawan.

(b) Atribut Statis

- Bidang usaha : bidang usaha yang ditekuni oleh wirausahawan.
- Kategori usaha : kategori usaha yang dipilih oleh wirausahawan (kecil, menengah dan besar).
- Jenis kelamin : jenis kelamin wirausahawan tersebut.
- Lokasi geografis : lokasi berdirinya usaha tersebut.

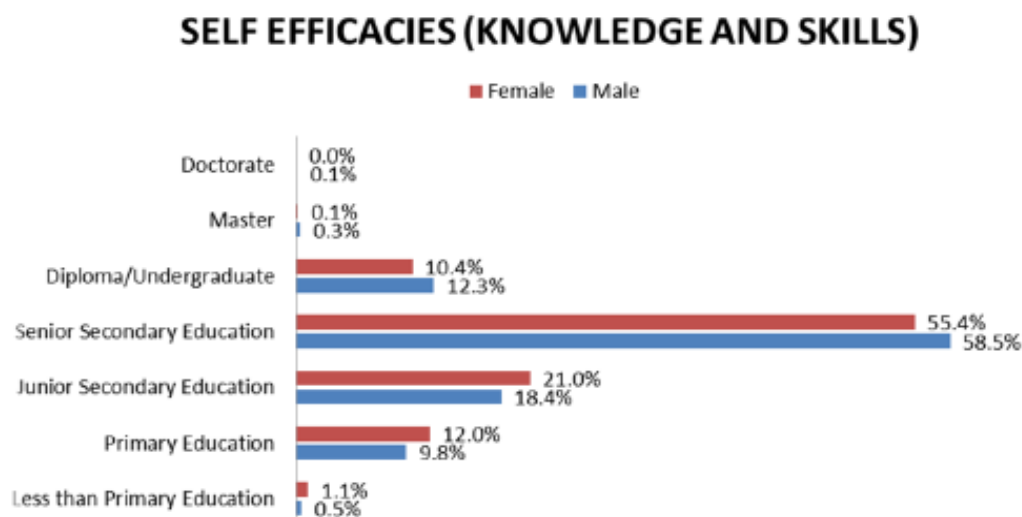
Terdapat juga indikator-indikator berdasarkan faktor psikologi individu yang menjalankan usaha. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel 1: Tabel Indikator GEM

Indikator	Deskripsi
Perceived Opportunities	Persentase penduduk antara usia 18-64 tahun yang melihat peluang baik untuk memulai usaha.
Perceived Capabilities	Persentase penduduk antara usia 18-64 tahun yang percaya bahwa mereka mempunyai kemampuan untuk memulai suatu usaha.
Entrepreneurial Intention	Persentase penduduk antara usia 18-64 tahun (selain orang yang berwirausaha) yang bertekad untuk mendirikan usaha dalam waktu tiga tahun kedepan.
Fear of Failure Rate	Persentase penduduk antara usia 18-64 tahun dapat melihat peluang baik yang mengindikasikan bahwa takut akan gagal akan menjauhkan mereka dari mendirikan usaha.
Role Model	Persentase penduduk antara usia 18-64 tahun yang memulai bisnis pada dua tahun terakhir.
New Product Early-Stage Entrepreneurial (TEA) Activity	Persentase dari TEA yang mengindikasikan bahwa produk atau jasa mereka masih baru (untuk beberapa konsumen).
Growth Expectation Early-stage Entrepreneurial Activity : Relative Prevalence	Persentase dari TEA yang berharap untuk mempekerjakan paling sedikit lima karyawan dalam waktu lima tahun kedepan
Informal Investors Rate	Persentase dari populasi berusia 18-64 yang telah menyediakan dana untuk sebuah usaha baru, didirikan oleh orang lain dalam waktu tiga tahun terakhir.
Totally Early-stage Entrepreneurial Activity for Female Working Age Population	Persentase dari populasi wanita berusia 18-64 yang merupakan seorang wirausaha nascent (pemilik usaha baru).
Totally Early-stage Entrepreneurial Activity for Male Working Age Population	Persentase dari populasi pria berusia 18-64 yang merupakan seorang wirausaha nascent (pemilik usaha baru).

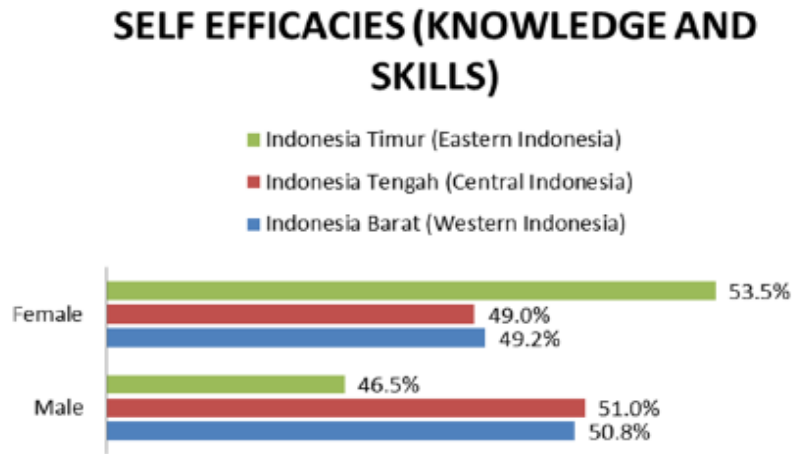
Indikator	Deskripsi
Improvement-Driven Opportunity Entrepreneurial Activity : Relative Prevalence	persentase orang yang terlibat dalam TEA yang mengklaim bahwa mereka didorong oleh kesempatan bukan karena kurangnya pilihan pekerjaan
Necessity-Driven Entrepreneurial Activity : Relative Prevalence	persentase 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.

Setelah mempelajari tentang atribut dan indikator-indikator dalam berwirausaha, berikut merupakan data nyata dari GEM berdasarkan beberapa indikator. Pertama, data pendidikan di Indonesia dari GEM tentang Perceived Capabilities yang diambil pada tahun 2015.



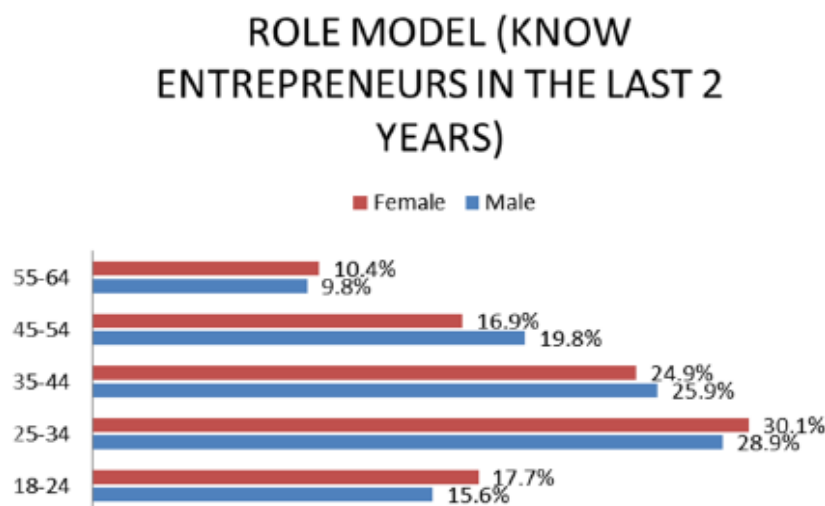
Gambar 2: Komposisi perceived capabilities untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Dapat dilihat pada gambar 2 dijelaskan bahwa individu yang memiliki kemampuan berwirausaha 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.



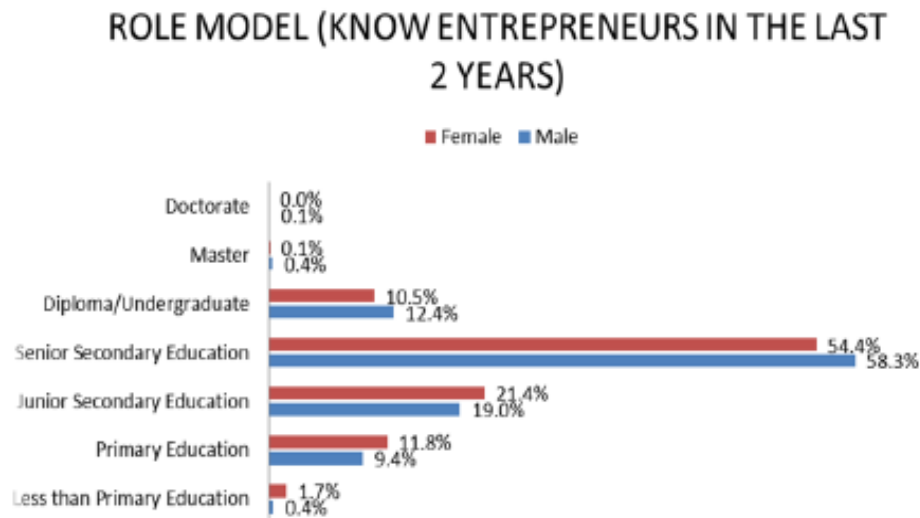
Gambar 3: Komposisi perceived capabilities untuk wilayah Indonesia

Dapat dilihat pada gambar 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.



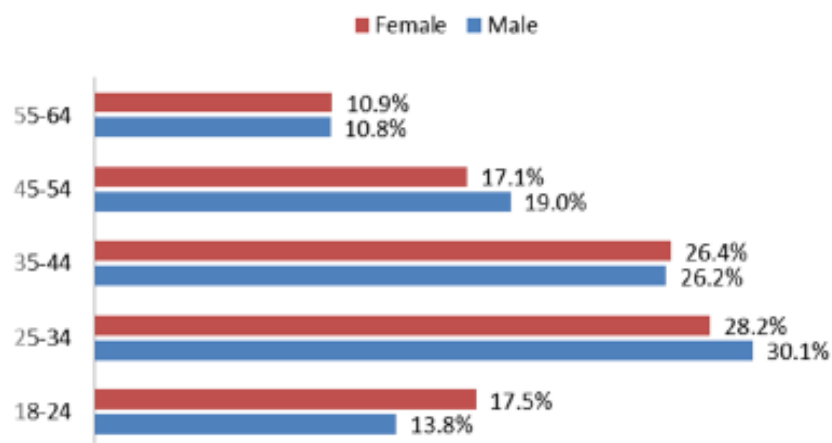
Gambar 4: Komposisi role model untuk wanita dan pria

Pada gambar 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%.



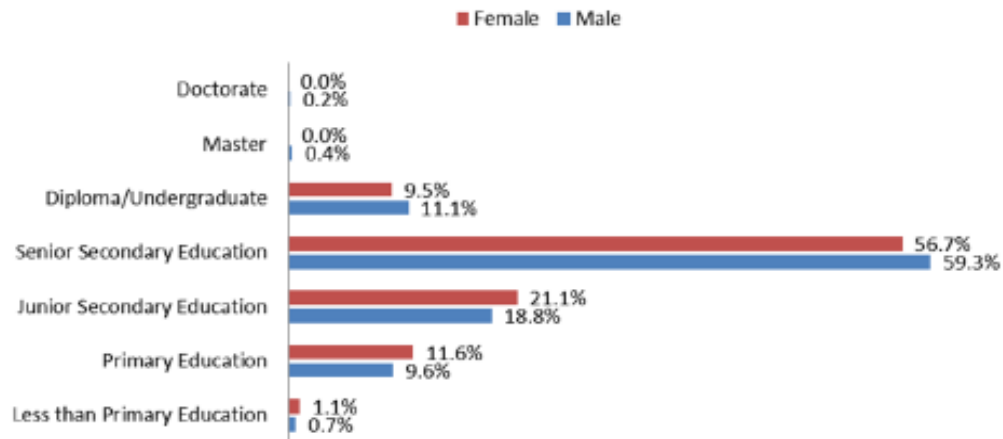
Gambar 5: Komposisi role model untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Pada gambar 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.



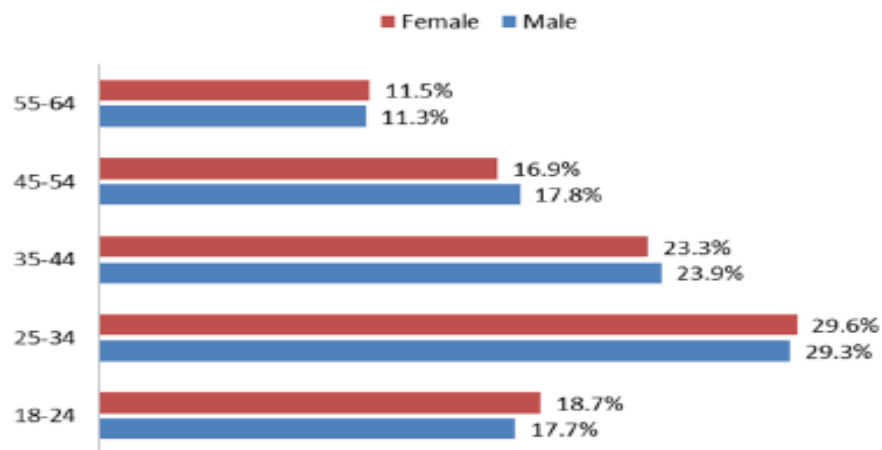
Gambar 6: Komposisi role model untuk wanita dan pria

Pada gambar 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 7: Komposisi perceived opportunities untuk tingkat pendidikan yang berbeda

Gambar 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 8: Komposisi fear of failure untuk wanita dan pria

Gambar 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. Mempelajari teori tentang *Cellular Automata* yang khususnya *Entrepreneur Cellular Automata* (ECA).

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

Cellular automata (CA) adalah model matematis untuk sistem dimana banyak komponen sederhana yang bertindak secara bersamaan untuk menghasilkan pola perilaku yang rumit. Sebuah CA terdiri atas sekumpulan sel yang tersusun dalam larik-larik (*grid*). Setiap sel mempunyai kondisi (*state*) tertentu dan dapat berubah sesuai dengan aturan tertentu. Perubahan *state* dari sebuah sel dipengaruhi oleh sel disekitarnya atau disebut dengan sel tetangga.

(a) Dimensi pada CA

- CA Satu Dimensi



Gambar 9: CA 1 Dimensi

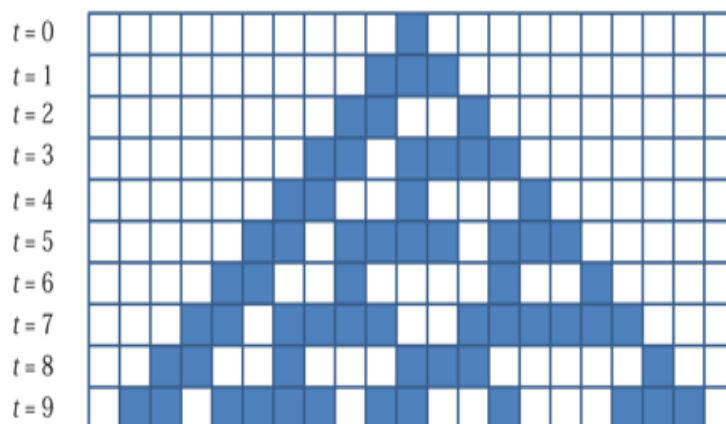
Cellular Automata satu dimensi adalah cellular automata yang ruang selnya berupa array satu dimensi, sehingga masing-masing sel hanya memiliki dua tetangga yang tepat bersebelahan, kecuali sel paling pinggir yang hanya mempunyai satu tetangga. CA satu dimensi biasanya memakai aturan yang diusulkan oleh Wolfram. Sebagai contoh berikut aturan no. 30 diberikan pada gambar 10



Gambar 10: Aturan 30 dari Wolfram

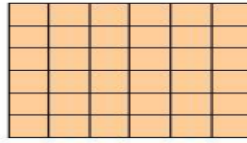
Cara membaca aturan tersebut adalah pada baris pertama terdapat 3 sel pada suatu saat (iterasi) tertentu, sel yang ditinjau adalah sel yang berada di tengah. Tetangga dari sel tersebut yaitu tetangga kiri dan kanan. Baris kedua menunjukkan keadaan sel pada *state* berikutnya. Sebagai contoh pada gambar 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 11 diberikan contoh penerapan aturan 30 dari Wolfram yang dimulai dari kondisi awal ($t=0$) dengan sel gelap yang berada di tengah hingga $t=9$.



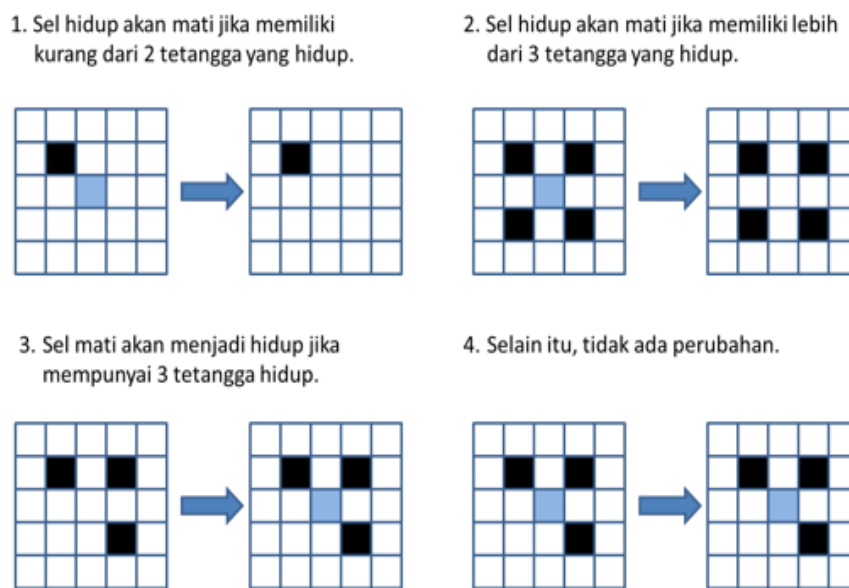
Gambar 11: Ilustrasi penerapan aturan 30 dari Wolfram

- CA Dua Dimensi



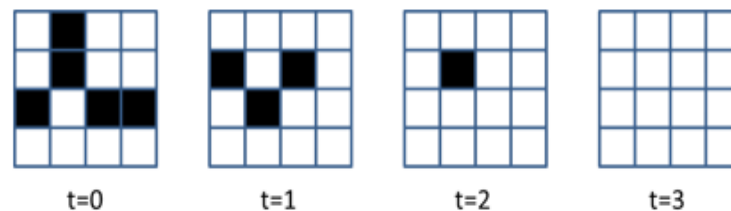
Gambar 12: CA 2 Dimensi

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 13



Gambar 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.



Gambar 14: Ilustrasi Conway's Game of Life

(b) Aplikasi CA

CA juga banyak digunakan untuk membantu kehidupan sehari-hari. Seperti misalnya penerapan CA pada bidang transportasi, yaitu pengaturan lampu lalu lintas. Model dalam penelitian ini menggunakan CA satu dimensi. Penerapan CA lainnya yaitu pada bidang kesehatan, yaitu

simulasi infeksi virus influenza A. Pada penelitian ini digunakan CA dua dimensi.

Setelah membahas tentang CA, berikut penjelasan tentang Entrepreneurial Cellular Automata (ECA). ECA adalah pengembangan model dari Cellular Automata yang digunakan untuk mensimulasikan pertumbuhan kewirausahaan di Indonesia. Dalam kasus ECA ini sel akan merepresentasikan wirausahawan dan ketetanggaannya akan merepresentasikan hubungan antar wirausahawan. Setiap wirausahawan mempunyai atribut statis dan dinamis (seperti yang sudah dijelaskan pada GEM). Atribut penting dalam kewirausahaan ini 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*). 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 ketetanggaan juga dapat berubah dari waktu ke waktu. Sebagai contoh, diasumsikan terdapat wirausahawan e_1 dan e_2 bertetanggaan pada waktu t , jika e_1 berubah keadaannya pada $t + 1$ maka e_1 dan e_2 tidak lagi bertetanggaan pada saat $t + 1$.

Berikut definisi ECA yang berupa sebuah tupel :

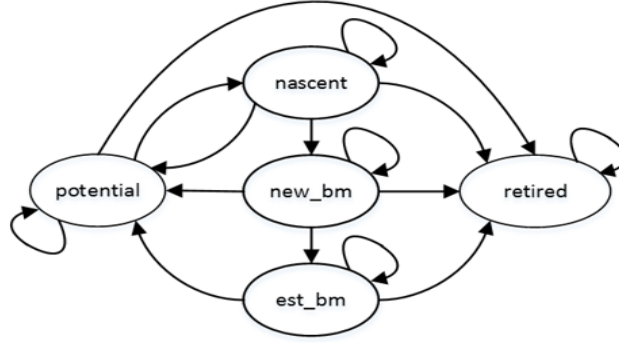
Diberikan p himpunan nilai atribut: A_1, \dots, A_p dan sebuah indikator $Pub = p_1, \dots, p_m$, sebuah ECA M adalah sebuah tupel

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

dimana :

- $E = e_1, \dots, e_n$ adalah himpunan berhingga wirausahaan,
- $\alpha = \alpha_1, \dots, \alpha_p$ adalah himpunan berhingga atribut dimana setiap α_i didefinisikan sebagai $\alpha_i : E \rightarrow A_i$,
- $N = N_1, \dots, N_k$ adalah himpunan berhingga ketetanggaan 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 ketetanggaan dimana $\omega_i : N_i \rightarrow \mathbb{R}$ memetakan setiap fungsi ketetanggaan ke sebuah bilangan riil,
- $\rho = \rho_1, \dots, \rho_p$ adalah himpunan indikator publik dimana setiap ρ_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 15 akan ditunjukkan secara lebih lanjut, *new_bm* dan *est_bm* dinyatakan sebagai *new business manager* dan *manager of established business*.



Gambar 15: 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 2 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: Transisi Level Wirausaha

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

Rumus CIdx

Misal $Cint_i(t)$ dan $Cneg_i(t)$ melambangkan kondisi internal dan kondisi ketetangaan 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 , dapat dinyatakan dalam rumus berikut :

$$CIdx_i(t) = a.Cint_i(t) + b.Cneg_i(t) + c.Cpub(t)$$

dimana a, b, c merupakan bilangan riil sedemikian sehingga $0 \leq a, b, c \leq 1$ dan $a + b + c = 1.0$.

Kondisi internal dilihat dari indikator wirausaha (Perceived Capabilities, Perceived Opportunities, Entrepreneurial Intention dan Fear of Failure). Nilai dari masing-masing indikator diambil dari Nawangpalupi ². Kondisi publik juga mengacu pada Nawangpalupi. Terdapat 12 faktor publik beserta nilainya diberikan pada tabel 3. Diasumsikan bahwa setiap faktor mempunyai pengaruh yang sama.

Tabel 3: Faktor Publik

Faktor	Nilai
Financial environment related with entrepreneurship	3.06
Government concrete policies, priority and support	2.69
Government policies bureaucracy, taxes	2.22
Government programs	2.53
Entrepreneurial level of education at Primary and Secondary	2.54
Entrepreneurial level of education at Vocational, Professional, etc	3.3
R and D transfer	2.31
Professional and commercial infrastructure access	3.25
Internal market dynamics	3.92
Internal market burdens	2.82
Physical infrastructures and services access	3.45
Cultural, social norms and society support	3.29

Terdapat beberapa simulasi yang bertujuan untuk menunjukkan pengaruh dari komposisi a, b dan c pada rumus CIdx dan pengaruh dari nilai ambang. Dilakukan simulasi sebanyak enam kali dengan parameter seperti yang diberikan pada tabel 4. Masing-masing simulasi terdiri atas 600 iterasi yang merepresentasikan 600 bulan atau 50 tahun.

Tabel 4: Parameter settings

Simulasi	a	b	c	threshold
1	0.7	0.2	0.1	20
2	0.6	0.3	0.1	20
3	0.5	0.4	0.1	20
4	0.5	0.3	0.2	20
5	0.5	0.3	0.2	15
6	0.5	0.3	0.2	10

Dari tabel 4 bisa disimpulkan bahwa semakin besarnya pengaruh tetangga akan semakin lambat pertumbuhan kewirausahaan.

- Melakukan analisis model pertumbuhan wirausaha dengan *cellular automata*.

Status : Ada sejak rencana skripsi.

Hasil :

Dalam analisis ini hanya mengambil salah satu dari enam simulasi yaitu simulasi keenam. 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 5: 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 6: Data Bobot Atribut Level Usaha

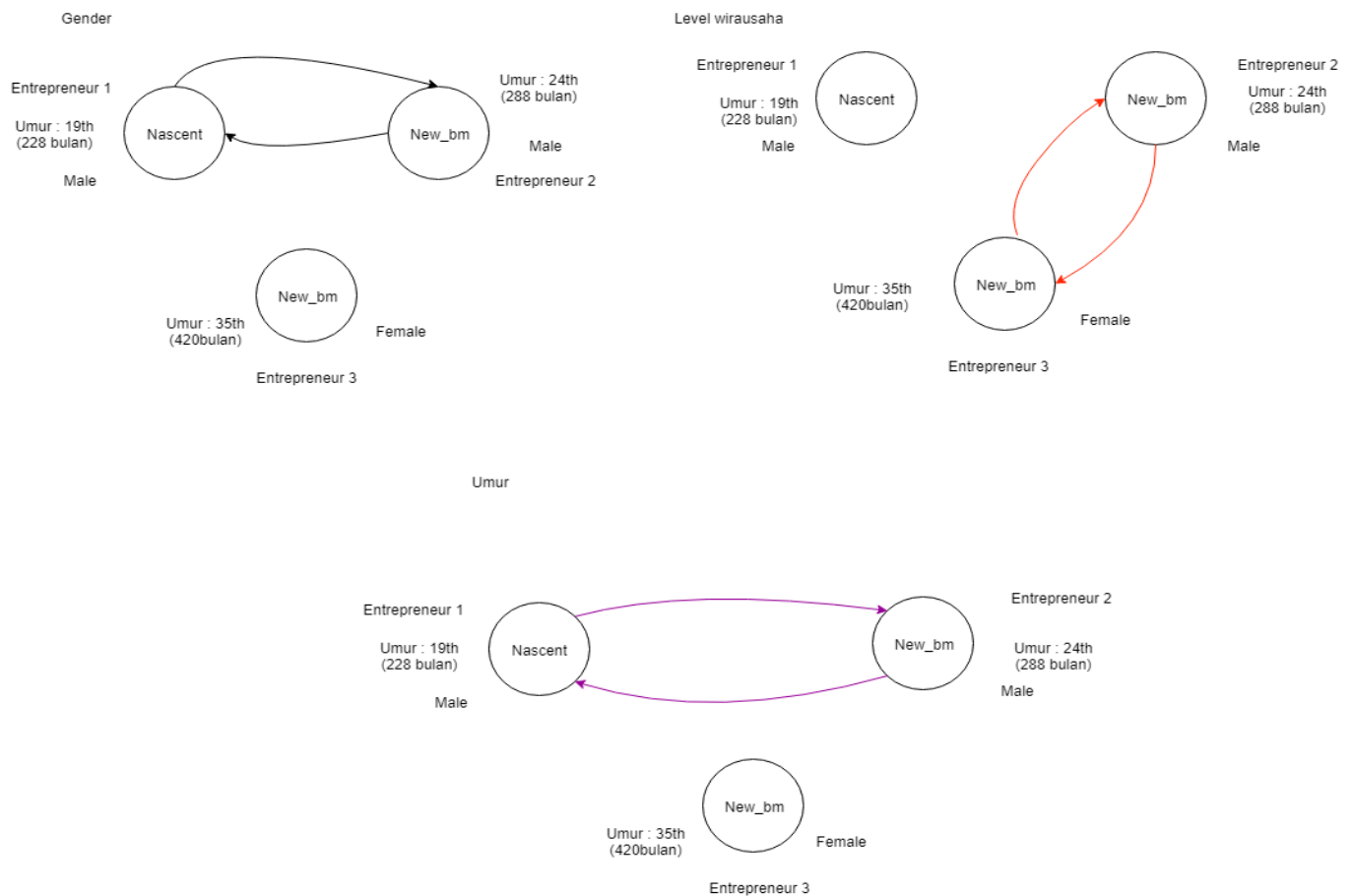
	Bobot
Potential	7.0
Nascent	7.4
New_bm	7.6
Est_bm	7.8

Tabel 7: Data Bobot Atribut Umur

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

Tabel 8: Data Bobot Atribut Jenis Kelamin

	Bobot
Male	0.6
Female	0.4

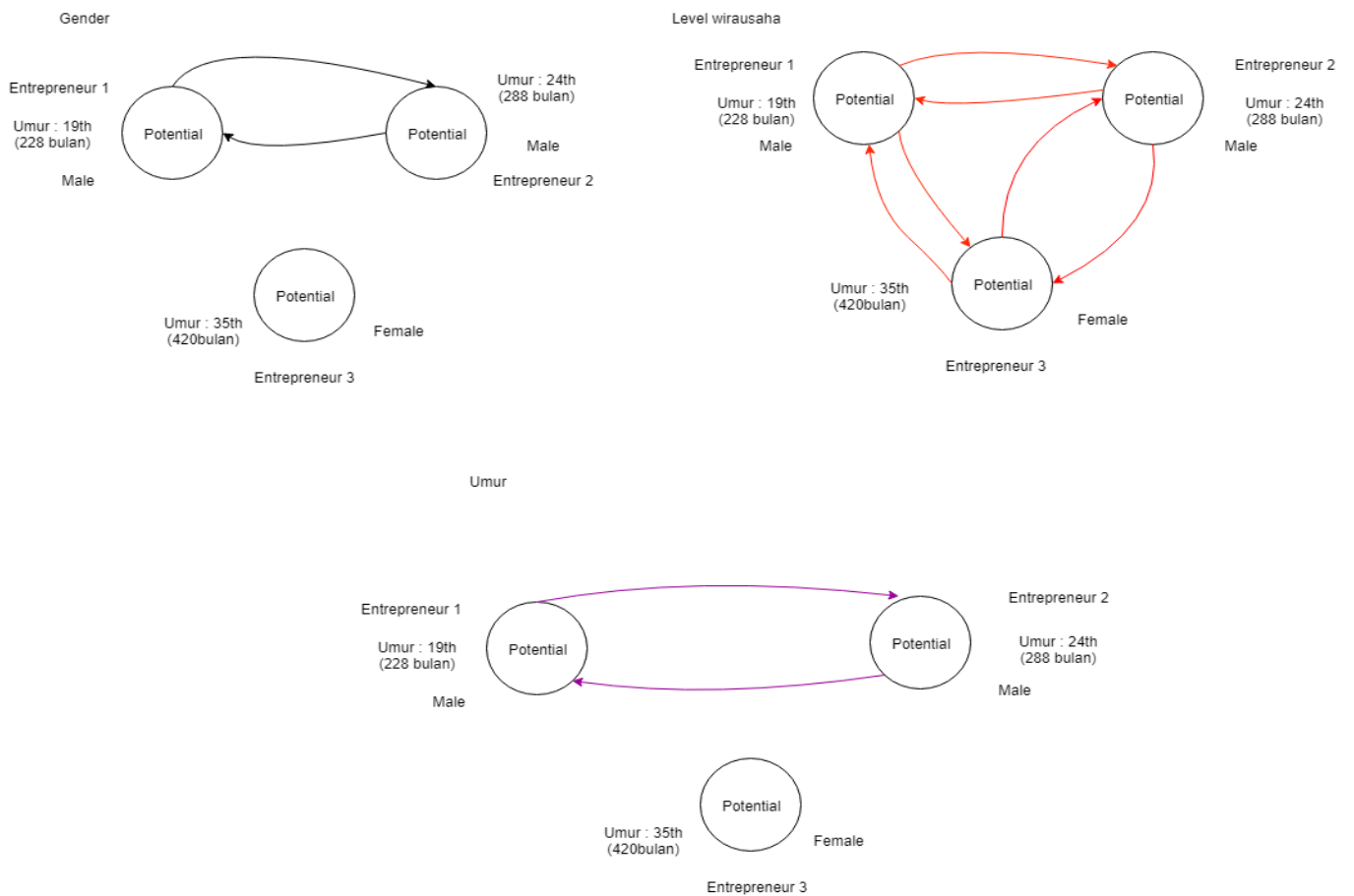
Gambar 16: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat $t = 0$

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 (E1,E2,E3) pada saat $t=0$ yaitu sebagai berikut :

$$CI dx_1(t=0) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + 0 + \frac{1}{2}\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.305 \quad (1)$$

$$CI dx_2(t=0) = 0.5 \times (7.6 + 7.0 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.63 \quad (2)$$

$$CI dx_3(t=0) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.345 \quad (3)$$



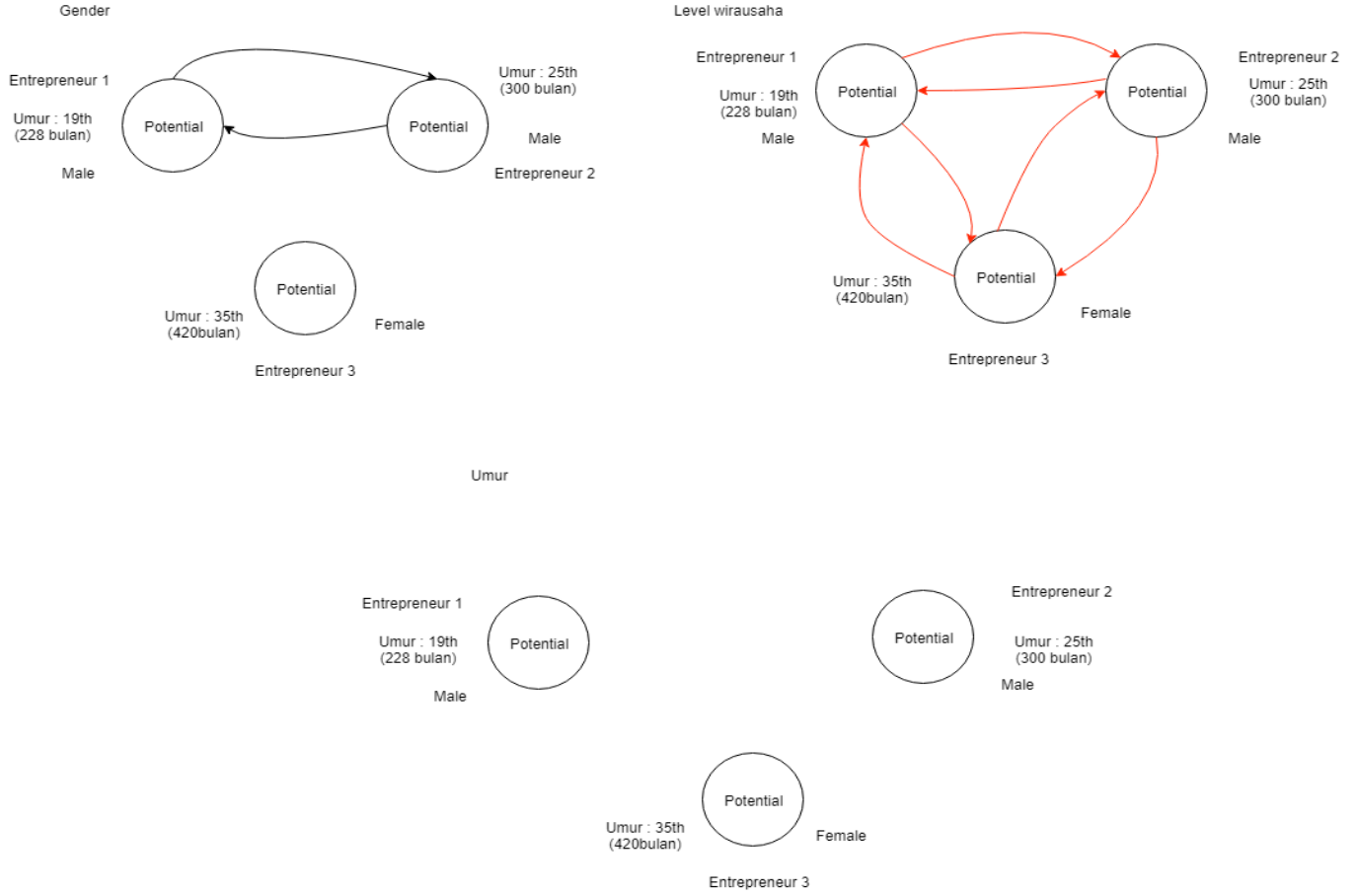
Gambar 17: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat $t = 0$

Perhitungan masing-masing entrepreneur 1, entrepreneur 2 dan entrepreneur 3 (E1,E2,E3) pada saat $t=1$ yaitu sebagai berikut :

$$CI dx_1(t=1) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.254 \quad (4)$$

$$CI dx_2(t=1) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29) = 9.68 \quad (5)$$

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



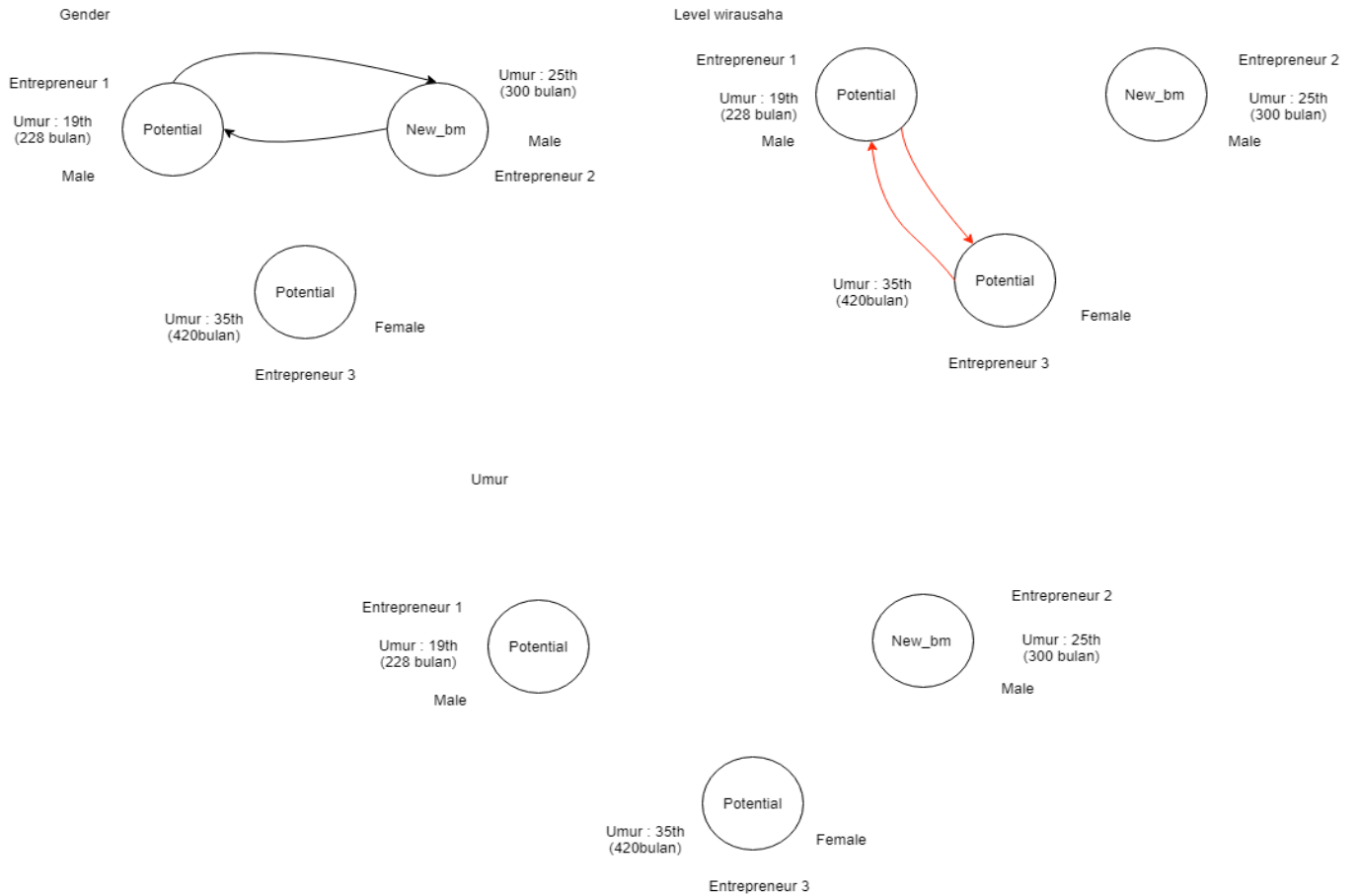
Gambar 18: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat $t = 1$

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

$$CIdx_1(t = 2) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times (\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 9.945 \quad (7)$$

$$CIdx_2(t = 2) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times (\frac{1}{2} + \frac{2}{6} + 0) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 10.37 \quad (8)$$

$$CIdx_3(t = 2) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times (0 + \frac{2}{6} + 0) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45) = 9.985 \quad (9)$$

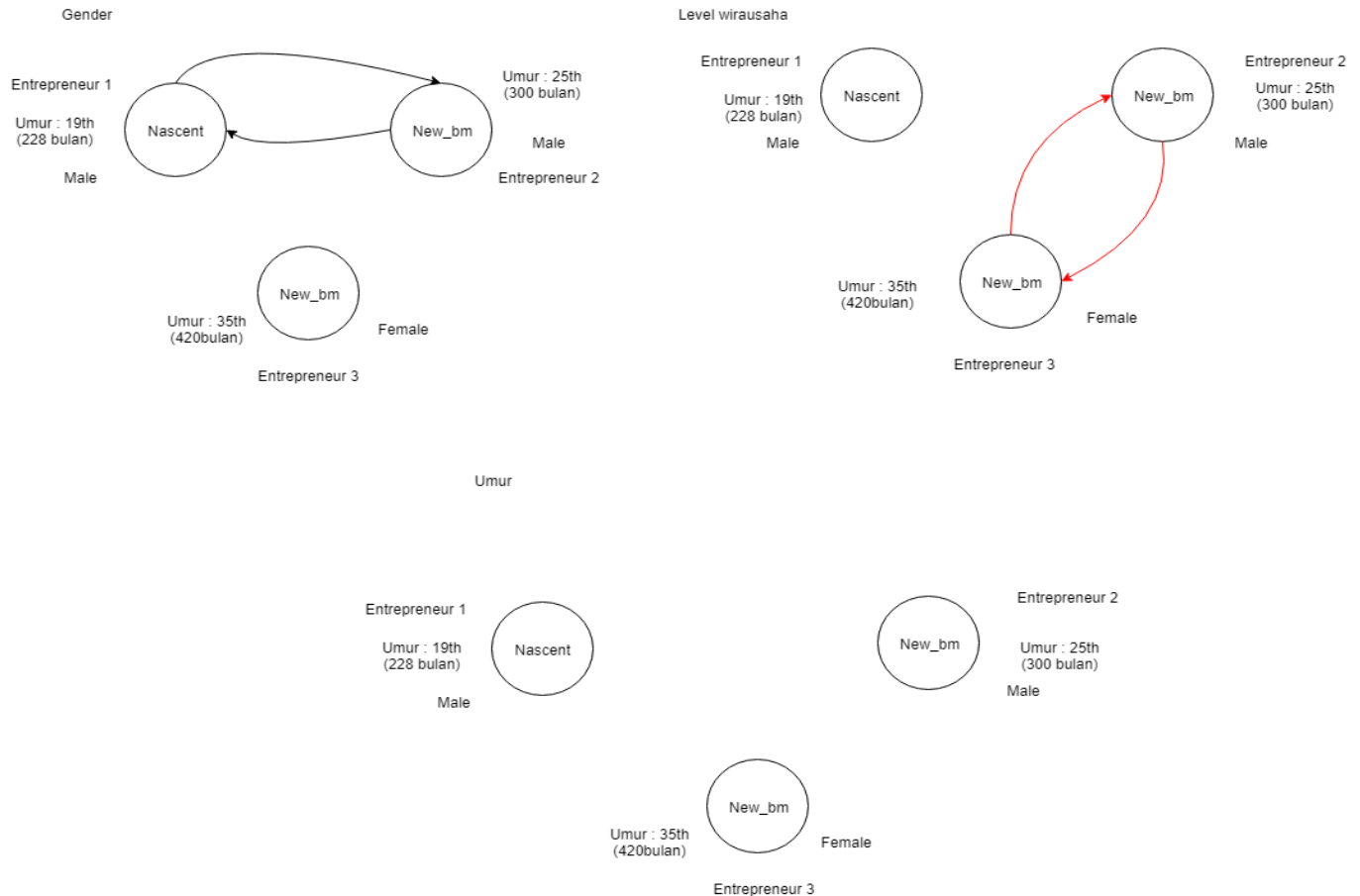
Gambar 19: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat $t = 2$

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

$$CIdx_1(t = 3) = 0.5 \times (7.4 + 7.0 + 0.6 + 0.47) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 10.779 \quad (10)$$

$$CIdx_2(t = 3) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.6 + 0.62) + 0.3 \times \left(\frac{1}{2} + 0 + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 11.054 \quad (11)$$

$$CIdx_3(t = 3) = 0.5 \times (7.6 + 7.5 + 0.4 + 0.35) + 0.3 \times \left(0 + \frac{1}{2} + 0\right) + 0.2 \times (3.06 + 3.29 + 3.45 + 3.92) = 10.819 \quad (12)$$



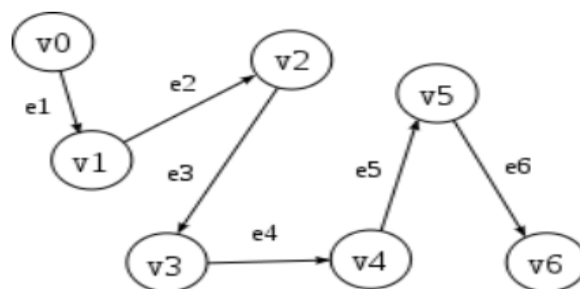
Gambar 20: Gambar ketetangaan tiga entrepreneur pada saat $t = 3$

4. Mempelajari teori tentang graf

Status : Baru ditambahkan pada semester ini.

Hasil : 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 $V = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ dan $E = (1, 2), (1, 5), (2, 3), (3, 4), (4, 5), (5, 2), (4, 6)$ 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 :

(a) Graf Sederhana

Graf ini tidak mempunyai sisi ganda.

(b) Graf tak-ederhana

Graf ini mempunyai sisi ganda.

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

(a) Graf tak-berarah

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

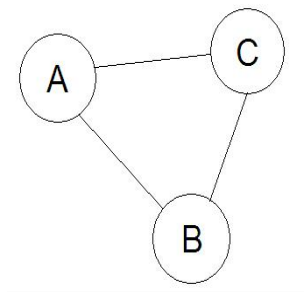
(b) Graf berarah

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

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*.

5.1 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 21: *Undirected Cyclic Graph*

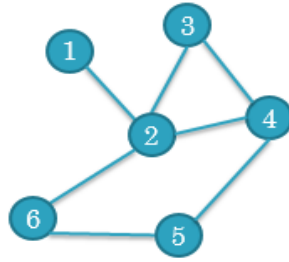
Graf pada gambar 21 dapat direpresentasikan melalui tabel 9 :

Tabel 9: Tabel Representasi Adjacency List

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

5.2 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 yaitu sebagai berikut :

Gambar 22: *Undirected Cyclic Graph*

Graf pada gambar 22 dapat direpresentasikan melalui tabel 10 :

Tabel 10: 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

5. Melakukan analisis kebutuhan perangkat lunak

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi .

Hasil :

6. Merancang perangkat lunak

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

7. Mengimplementasikan perangkat lunak

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

8. Menguji dan mensimulasikan perangkat lunak dengan parameter yang digunakan untuk mensimulasikan pertumbuhan wirausaha.

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

9. Mengambil kesimpulan tentang model yang telah dikembangkan

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

10. Menulis dokumen skripsi

Status : Ada sejak rencana kerja skripsi.

Hasil :

²Nawangpalupi, C.B., et.al. GEM 2013. Indonesian Report. 2013.

6 Pencapaian Rencana Kerja

Langkah-langkah kerja yang berhasil diselesaikan dalam Skripsi 1 ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur tentang GEM (Global Entrepreneurship Monitor).
2. Mempelajari teori tentang *Cellular Automata* yang khususnya *Entrepreneur Cellular Automata*.
3. Melakukan analisis model pertumbuhan wirausaha dengan *cellular automata*.
4. Mempelajari teori tentang graf.

7 Kendala yang Dihadapi

Kendala - kendala yang dihadapi selama mengerjakan skripsi :

- Terlalu banyak godaan berupa hiburan (gadget, film, dll)
- Skripsi diambil bersamaan dengan banyak mata kuliah yang masing-masing memiliki tugas besar.
- Mengalami kesulitan pada saat mempelajari struktur ECA dan perhitungannya.

Bandung, 07/05/2018

Vanessa Sukamto

Menyetujui,

Nama: Cecilia Esti Nugraheni
Pembimbing Tunggal