

INTISARI

ANTI-KONFORMITI, KONTRARIAN, DAN INDEPENDENSI: TRANSISI FASE, *SCALING*, DAN UNIVERSALITAS PADA MODEL SZNAJD DENGAN PENDEKATAN *MEAN-FIELD*

oleh

RONI MUSLIM

16/408182/SPA/00596

Telah dilakukan studi dinamika opini model Sznajd dengan beberapa tambahan parameter sosial seperti antikonformiti, kontrarian, dan independensi yang didefinisikan pada jaringan terhubung penuh (*complete graph*). Ketiga parameter sosial tersebut mendeskripsikan dinamika mikroskopis yang terjadi di dalam sistem sekaligus membuat model Sznajd yang lebih realistis. Model dinamika opini ini diterapkan untuk dinamika interaksi empat spin dengan dua konfigurasi yang berbeda. Konfigurasi pertama dinamakan interaksi spin tiga-satu, yaitu tiga spin mempengaruhi spin keempat di manapun berada di dalam populasi. Konfigurasi kedua dinamakan interaksi spin dua-dua, yaitu dua spin mempengaruhi dua spin lainnya di manapun berada di dalam populasi. Setiap konfigurasi spin mengikuti ketiga dinamika mikroskopis di atas.

Studi dilakukan dengan pendekatan analitik yaitu dengan pendekatan *mean-field* (*mean-field approximation*) dan numerik dengan simulasi Monte Carlo. Dari hasil analitik maupun numerik menunjukkan hasil yang sama, yaitu diperoleh bahwa kedua konfigurasi memiliki titik kritis yang berbeda. Nilai titik kritis konfigurasi pertama lebih kecil yaitu $p_c \approx 0.2$ dibandingkan dengan konfigurasi kedua yaitu $p_c \approx 0.5$, dengan p merupakan probabilitas terjadinya antikonformiti. Ini artinya bahwa konfigurasi pertama memiliki probabilitas yang lebih besar untuk mengalami transisi fase *order-disorder*. Dari sudut pandang sosial dapat difahami bahwa di bawah titik kritis $p < p_c$ terdapat opini mayoritas, dan di atas titik kritis tidak ada opini mayoritas (*status quo*). Selain itu, konfigurasi pertama memiliki probabilitas lebih besar untuk mencapai konsensus. Konsensus lengkap (semua spin memiliki keadaan yang sama) menurun seiring bertambahnya tingkat parameter sosial tersebut dan mencapai nol pada titik kritis.

Untuk model Sznajd dengan parameter kontrarian dan independensi. Diperkenalkan faktor kontrarian q dan faktor fleksibilitas f . Faktor kontrarian mendeskripsikan seberapa besar spin berperilaku kontrarian dan faktor fleksibilitas mendeskripsikan seberapa sering spin berbalik (*flip*) secara independen. Kedua faktor tersebut berdampak pada probabilitas kritis kontrarian dan independensi, yaitu mengecil secara eksponensial untuk nilai q dan f yang membesar dengan relasi $p_c = 1/(1 + \alpha y)$,

dimana α dan y masing-masing adalah suatu tetapan dan faktor kontrarian atau faktor fleksibilitas. Ini artinya, semakin besar nilai kedua faktor tersebut, semakin besar probabilitas untuk mencapai status quo atau situasi buntu (*stalemate situation*). Dengan kata lain bahwa kecil kemungkinan adanya opini mayoritas untuk faktor kontrarian dan independensi yang besar. Selain itu, kondisi ini juga dapat difahami bahwa, masyarakat dengan tingkat kontrarian dan independensi yang tinggi memungkinkan terjadinya kondisi status quo yang lebih besar, begitu juga sebaliknya.

Dari hasil analitik dan numerik juga menunjukkan bahwa, tetapan-tetapan eksponen kritis model Sznajd dengan setiap faktor sosial di atas adalah $\beta \approx 0.5$, $\gamma \approx 1$ dan $\nu \approx 2$ yang menunjukkan model Sznajd dengan ketiga faktor sosial tersebut adalah identik. Eksponen-eksponen kritis tersebut merupakan karakter *mean-field*. Dengan demikian, hasil-hasil ini menunjukkan bahwa modifikasi model Sznajd ini berada pada kelas universalitas yang sama dengan model *mean-field* Ising.

Kata-kata kunci : model Sznajd, empat spin, *complete graph*, transisi fase, universalitas.

ABSTRACT

ANTICONFORMITY, CONTRARIAN, AND INDEPENDENCE: PHASE TRANSITION, SCALING, AND UNIVERSALITY IN THE SZNAJD MODEL USING MEAN-FIELD APPROXIMATION

by

RONI MUSLIM

16/408182/SPA/00596

Opinion dynamics of the Sznajd model with several social parameters such as anticonformity, contrarian, and independence has been studied. The model is defined on a complete graph. The social parameters describe the microscopic dynamics that occurred in the system and make the Sznajd model is more realistic. The model of opinion dynamics is applied for four-spin with two different configurations. The first configuration is called three-one spin interaction i.e. three spins influence or persuade a fourth spin everywhere in the population. The second configuration is called two-two spin interaction i.e. two spins influence or persuade two other spins everywhere in the population. Each spin configuration follows the microscopic dynamics.

We have performed analytical calculations using mean field approximation and numerical estimation using Monte Carlo simulation. From the analytical and numerical results show the agreement results i.e. both configurations have a different critical point. The first configuration has a smaller critical point i.e. $p = p_c \approx 0.2$ compared to the second configuration i.e. $p = p_c \approx 0.5$, where p is a probability of anticonformity. This means that the first configuration has a bigger probability to undergo an order-disorder phase transition. From the social point of view can be understood that, below critical point $p < p_c$, there is a majority opinion, and above critical point there is no majority opinion (status quo). Moreover, the first configuration has a bigger probability to achieve consensus. The complete consensus (all of spins have the same state) is decreasing with increasing of the social parameter level and goes to zero at the critical point.

For the Sznajd model with the contrarian and independence parameters. We have introduced a new parameter called contrarian factor q and considered a flexibility factor f . The contrarian factor describes how often spin behave as a contrarian, and the flexibility factor describes how often spin flips independently. These factors have an impact to the critical probability of contrarian and independence i.e. decrease exponentially for q and f increase, with a relation $p_c = 1/(1 + \alpha y)$, where α and y are a constant and the contrarian or flexibility factor, respectively. This mean that,

the increasing value of both factors make the probability to achieve a status quo or stalemate situation is more bigger. In other words, the possibility of a majority opinion in the system is small. Moreover, this condition can be understood that, in a society with the level of contrarian and independence is high, enable to make a status quo or a stalemate situation is more likely, vice versa.

From the analytical and numerical results also show that the critical exponents of model Sznajd with each social parameter is $\beta \approx 0.5$, $\gamma \approx 1$, and $\nu \approx 2$ which shows the Sznajd model with three factors of the social parameters are identical. These critical exponents are the mean-field character. Therefore, these results show that the modified of Sznajd model is in the same universality class as the mean-field Ising universality class.

Keywords : Sznajd model, four spin, complete graph, phase transition, universality.