

MODEL FORMAL NEGOSIASI DALAM SISTEM PENJADWALAN RAPAT BERBASIS AGEN

Tresnaningtyas Sudarti Purbo*¹, Tri Astoto Kurniawan²

^{1,2}Universitas Brawijaya, Malang
Email: ¹tresnaningtyas.sp@gmail.com, ²triak@ub.ac.id
*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 08 Desember 2022, diterima untuk diterbitkan: 27 Desember 2022)

Abstrak

Sistem penjadwalan rapat menggunakan pendekatan berbasis agen bekerja dengan cara melakukan pencarian secara terdistribusi dalam rangka menemukan waktu pelaksanaan rapat yang dapat diterima oleh para peserta rapat. Dalam proses pencarian tersebut, agen-agen bernegosiasi untuk menyeimbangkan preferensi rapat dan preferensi para peserta rapat. Selama proses tersebut, konflik dapat terjadi dan mengakibatkan negosiasi perlu dilakukan dalam beberapa putaran dimana semakin banyak putaran akan mengurangi efisiensi pencarian. Untuk meningkatkan efisiensi, negosiasi perlu dijaga agar berlangsung secara konvergen. Artikel ini membahas model formal dari negosiasi sistem penjadwalan rapat berbasis agen untuk menjelaskan secara presisi beberapa konsep penting dalam negosiasi penjadwalan rapat berbasis agen sehingga bisa digunakan sebagai acuan dalam pengembangan sistem pada tahap selanjutnya. Konvergensi dalam negosiasi diwujudkan dengan membangun dua fase negosiasi. Pada fase pertama, proposal berisi sejumlah *cluster solution*, sedangkan proposal pada fase kedua berbentuk *specific solution* yang dibangkitkan berdasarkan *cluster solution* yang banyak dipilih peserta rapat. Dalam negosiasi ini, resolusi konflik juga disiapkan untuk mengatasi konflik yang tidak dapat dihindari dengan menerapkan *relaxing constraint*. Konsep negosiasi ini bisa diimplementasikan sebagai protokol negosiasi dalam sistem penjadwalan rapat berbasis agen.

Kata kunci: *negosiasi, multi agen, critique, penjadwalan rapat, model*

FORMAL MODEL OF NEGOTIATION ON AGENT-BASED MEETING SCHEDULING

Abstract

An agent-based meeting scheduling system performs a distributed search to find an acceptable meeting time for the participants. In the search process, agents negotiate to balance meeting preferences and those of the participants. Conflicts may occur during the search, resulting in the negotiation in many rounds. In fact, more rounds will reduce search efficiency. Negotiation needs to be kept convergent for their efficiency. This article discusses a formal model of negotiating an agent-based meeting scheduling system to avoid ambiguity when it is developed. Convergence in negotiations is realized by establishing two negotiation phases. In the first phase, the proposal contains several cluster solutions, while the proposal in the second phase is in the form of a specific solution that is generated based on the cluster solution chosen by many meeting participants. Conflict resolution is prepared to overcome unavoidable conflicts by applying relaxing constraints in this negotiation. This concept is ready to be implemented as a negotiation protocol for an agent-based meeting scheduling system.

Keywords: *negotiation, multi-agent system, critique, meeting scheduling*

1 PENDAHULUAN

Rapat merupakan salah satu aktivitas yang banyak dilakukan dalam berorganisasi (Teger, 1983). Namun, penjadwalan rapat termasuk permasalahan kompleks dimana untuk penyelenggara rapat perlu menyeimbangkan *constraint* dan prioritas baik dari sudut pandang kepentingan rapat maupun peserta rapat. Sedangkan penyelenggara rapat seringkali tidak mengetahui baik preferensi maupun prioritas

dari masing-masing peserta (Palen, 1999; Zunino and Campo, 2009). Oleh karena itu, proses penjadwalan dapat menghabiskan banyak tenaga dan waktu (Sen and Durfee, 1991). Sehingga, aplikasi penjadwalan rapat dianggap dapat mengatasi masalah tersebut (Kelley and Chapanis, 1982; Kincaid, Dupont and Kaye, 1985).

Penjadwalan rapat dapat dikembangkan menggunakan *centralized architecture*. Namun pada kebutuhan penjadwalan yang kompleks, penjadwalan rapat dengan *centralized architecture* dapat

mengalami *bottleneck*. Sebagai alternatif, penjadwalan rapat banyak dikembangkan dengan pendekatan *decentralized architecture* agar tugas-tugas dapat dibagi ke sejumlah *resource* sesuai dengan peran masing-masing. Konsep tersebut cocok diterapkan menggunakan pendekatan berbasis agen, dimana agen merepresentasikan *resource* yang dapat bekerja baik secara independen maupun saling berkoordinasi untuk menemukan jadwal rapat yang dapat diterima oleh para anggota rapat. Sehingga, pendekatan berbasis agen banyak digunakan untuk mengembangkan sistem penjadwalan rapat otomatis (Purbo and Kurniawan, 2020).

Salah satu bentuk koordinasi yang digunakan dalam penjadwalan rapat adalah negosiasi antar agen. Dalam negosiasi, para agen saling berinteraksi dan bertukar informasi sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya untuk mencapai kesepakatan bersama (Wooldridge, 2002). Negosiasi berlangsung dengan agen menawarkan proposal yang berisi himpunan solusi kepada agen lain, selanjutnya agen yang menerima proposal akan memberikan respon terhadap proposal tersebut kepada agen pengirim proposal (Jennings et al., 2001).

Jika dalam negosiasi kesepakatan tidak dicapai, maka agen perlu melakukan negosiasi lagi dengan menawarkan proposal baru selama terdapat solusi lain yang dapat ditawarkan atau menghentikan negosiasi dengan kondisi tidak ada solusi yang dapat ditawarkan. Pembangkitan proposal baru sangat bergantung pada respon agen penerima proposal. Oleh karena itu, agen penerima proposal tidak hanya memberikan persetujuan, namun juga informasi positif maupun negatif sebagai referensi agen pengirim proposal dalam membangkitkan proposal baru (Laasri et al., 1992).

Penelitian tentang penjadwalan berbasis agen saat ini tidak hanya mempertimbangkan alokasi waktu peserta rapat namun juga mempertimbangkan *constraint* lain seperti prioritas agenda dan prioritas rapat (Zunino and Campo, 2009; Shakshuki and Hossain, 2014; Megasari et al., 2016; Mello, Angelo Gelaim and Azambuja Silveira, 2018), dan prioritas peserta dalam rapat (Zunino and Campo, 2009; Megasari et al., 2016; Mello, Angelo Gelaim and Azambuja Silveira, 2018). Negosiasi melibatkan agen penyelenggara rapat dan agen peserta rapat (Ray and Kalady, 2009; Zunino and Campo, 2009; Mello, Angelo Gelaim and Azambuja Silveira, 2018) yang masing-masing memiliki peran dan tugas masing-masing. Pembagian tugas ini berperan menjaga efisiensi dan *privacy loss* (Garrido-Luna and Sycara, 1996). Agen penyelenggara rapat bertugas untuk menawarkan proposal yang berisi sejumlah *specific solution* yang dapat diterima atau ditolak oleh agen peserta rapat. Pada kondisi konflik, maka agen penyelenggara rapat perlu memperbaiki proposal dengan membangkitkan kembali *specific solution* lain. Pada artikel ini, negosiasi berlangsung dalam dua fase yaitu fase *initialization* dimana proposal

yang ditawarkan berisi sejumlah *cluster solution* yang akan digunakan sebagai dasar pembangkitan proposal pada fase kedua yaitu fase *refinement*. Pada fase *refinement*, proposal berisi sejumlah *specific solution* yang memiliki peluang lebih baik ditemukannya jadwal rapat.

Artikel ini menjelaskan spesifikasi negosiasi dalam model formal untuk agar tidak ambigu sehingga lebih jelas dan mudah dipahami, terlebih karena negosiasi dalam agen merupakan suatu proses yang kompleks dan setiap agen memiliki strategi-strategi yang digunakan pada kondisi tertentu. Sehingga, dengan memahami model formal ini akan sangat membantu untuk mengimplementasikan sistem penjadwalan berbasis agen.

Sistematika pembahasan negosiasi dalam artikel ini dibuat sebagai berikut. Bagian 2 menjelaskan konsep dasar terkait penjadwalan rapat, pendekatan berbasis agen, dan negosiasi agen. Bagian 3 menjelaskan spesifikasi aturan dan strategi dalam negosiasi dalam model formal. Bagian 4 membahas kesimpulan dari artikel ini.

2 KONSEP DASAR

2.1. Penjadwalan Rapat

Penjadwalan rapat memiliki karakteristik *group decision problem*, dimana solusi masalah ditentukan berdasarkan preferensi dari masing-masing anggota (Ephrati, Zlotkin and Rosenschein, 1994). Preferensi tersebut berkaitan dengan ketersediaan waktu peserta rapat dalam waktu-waktu tertentu yang diusulkan sebagai waktu pelaksanaan rapat (Leyton-Brown, Shoham and Leyton-brown, 2008). Pada penelitian Sen dan Durfee (Sen and Durfee, 1991) dijelaskan bahwa komponen-komponen dalam penjadwalan rapat antara lain :

1. *Participant* – pengguna sistem yang diundang dalam rapat.
2. *Host* – pengguna sistem yang merupakan bagian dari partisipan dan bertindak sebagai penyelenggara rapat.
3. *Duration* – lama waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan rapat.
4. *Meeting priority* – prioritas rapat dari sisi penyelenggara.
5. *Time slot* – representasi dari tanggal dan waktu dimulainya rapat.
6. *Deadline* – batas waktu penentuan jadwal rapat.

Aturan-aturan dalam penjadwalan rapat antara lain (Sen and Durfee, 1996) :

1. Penentuan jadwal rapat dibatasi oleh deadline rapat.
2. Interval waktu pelaksanaan rapat bersifat continuous, tidak dapat dipecah dalam beberapa time slot.
3. Seorang partisipan tidak dapat menghadiri lebih dari satu rapat yang dilaksanakan bersamaan.
4. Host rapat adalah pihak yang menyelenggarakan rapat dan berkomunikasi dengan setiap

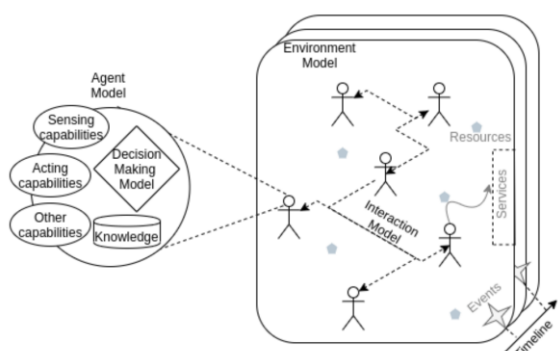
partisipasi dalam rangka menemukan jadwal yang tepat.

5. Informasi dasar dalam suatu proposal yang dikirim berisi tanggal dan rentang waktu. Himpunan proposal ini yang menjadi dasar kesepakatan oleh seluruh pihak.
7. Seseorang tidak dapat secara langsung mengakses agenda pribadi orang lain. Untuk mengetahui informasi tersebut, harus melalui mekanisme komunikasi.

2.2. Pendekatan Berbasis Agen

Pendekatan berbasis agen merupakan suatu paradigma dimana agen sebagai sistem komputer yang terkondisi pada suatu lingkungan dan dapat bertindak secara otonom dalam lingkungan tersebut untuk mencapai *goal* dari perancangan (Wooldridge, 2002).

Beberapa properti dari agen dalam lingkungan sistem multi agen digambarkan pada gambar 1 (Herrera et al., 2020) yaitu agen berada dalam suatu lingkungan (*situatedness*) dan memiliki kemampuan untuk menerima sensor atau rangsangan (*perception*) dan merespon rangsangan tersebut (*reactivity*). Dalam lingkungannya, agen juga dapat berinteraksi secara dinamis dengan agen lain (*social*) melalui komunikasi (*communication*).



Gambar 1 Komponen-komponen dalam sistem multi agen (Herrera et al., 2020)

Dengan kemampuan tersebut, pendekatan berbasis agen sangat cocok untuk pengembangan sistem-sistem otomatis, robotik, *workflow management*, dan lain sebagainya (Cardoso and Ferrando, 2021).

2.3. Negoisasi Agen

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, negoisasi memiliki makna “proses tawar-menawar dengan jalan berunding untuk mencapai kesepakatan bersama antara satu pihak (kelompok atau organisasi) dan pihak (kelompok atau organisasi) yang lain” (Anon., 2016). Menurut Jennings *et al.* (Jennings et al., 2001), negoisasi adalah pencarian terdistribusi pada ruang kesepakatan yang potensial dimana dimensi dan topologi ruang kesepakatan dipengaruhi

oleh *negotiation object* yang berisi isu-isu yang mempengaruhi pengambilan kesepakatan.

Menurut Jennings (Jennings et al., 2001) negoisasi merupakan salah satu proses pencarian yang terdistribusi dalam suatu himpunan ruang solusi. Pencarian tersebut diawali dari penawaran proposal oleh agen negoisiator kepada agen partisipan yang berperan aktif menentukan arah pencarian solusi melalui respon yang telah diberikan. Oleh karena itu, negoisasi dapat berlangsung dengan syarat minimal agen harus memiliki kemampuan atau strategi untuk membangkitkan proposal dan memberikan respon. Dari penjelasan tersebut, Wooldridge mengemukakan bahwa terdapat empat komponen utama dalam negoisasi (Wooldridge, 2002) antara lain :

1. *Negotiation set* – menggambarkan ruang dimana proposal negoisasi mungkin dibuat oleh agen
2. *Protocol* – menentukan aturan negoisasi atau protocol yang digunakan olehagen.
3. *Collection of strategies* – menentukan strategi untuk setiap agen dalam membuat proposal maupun merespon proposal.
4. *Rule* – menentukan kapan kesepakatan terjadi saat proses negoisasi dan perjanjian dari kesepakatan tersebut.

Proposal sebagai bagian dari *negotiation set* dapat direpresentasikan dalam beberapa bentuk (Laasri et al., 1992) :

1. *Specific solution* – solusi tersusun secara spesifik untuk masing-masing dimensi.
2. *Partial solution* – solusi tersusun secara parsial, yaitu tidak semua dimensi dispesifikasikan
3. *Cluster solution* – solusi tersusun dalam bentuk himpunan fitur dalam range yang memenuhi setiap kriteria dimensi.
4. *Partial cluster* – menjelaskan sebagian dari solusi dalam bentuk himpunan karakteristik.

Respon dari agen partisipan dapat berisi informasi seperti *critique*, *counter-proposal*, *explanation*, atau *meta-information*. Pada penelitian ini respon yang digunakan adalah *critique* yang tersusun dari:

1. *Positive component* – menjelaskan bagian dalam proposal yang disetujui oleh agen.
2. *Negative component* – menjelaskan bagian dalam proposal yang tidak disetujui oleh agen.

3 FORMALISASI

3.1. Komponen Rapat

Rapat yang dibahas dalam penelitian ini adalah rapat yang diselenggarakan di dalam suatu organisasi dan diikuti oleh anggota organisasi. Rapat memiliki tingkat kepentingan (*importance level*). Untuk mengurangi kompleksitas proses penjadwalan, penjadwalan rapat menggunakan *relaxing constraint* yaitu *quorum*. Sehingga suatu rapat *m* dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.1.

$$m_i = \langle I_i, h_i, td_i, mp_i, due_i, wh, qt_i \rangle \quad (1)$$

Dimana,

I_i = himpunan peserta rapat.

h_i = host atau penyelenggara rapat dimana $h \in I_i$

td_i = durasi waktu pelaksanaan rapat dalam satuan menit.

mp_i = tingkat kepentingan rapat (*importance level*) yang dapat bernilai {**Normal, Moderately Important, Very Important**}.

due_i = target pelaksanaan rapat yang direpresentasikan sebagai rentang tanggal minimal dan tanggal maksimal pelaksanaan rapat.

wh = menunjukkan rentang waktu (jam) kerja yang direpresentasikan sebagai $\langle h_{min}, h_{max} \rangle$

qt_i = *quorum threshold* sebagai persentase minimal jumlah peserta yang dapat hadir rapat.

Jadwal rapat ditentukan dari kesepakatan seluruh peserta rapat dengan mempertimbangkan agenda masing-masing peserta. Setiap peserta rapat memiliki tingkat kepentingan (*priority level*) yang ditentukan oleh penyelenggara rapat. Sehingga setiap peserta i didefinisikan dalam persamaan (2).

$$i_j = \langle info_j, pr_j, A_j \rangle \tag{2}$$

Dimana,

$info_j$ = detail informasi tentang peserta, seperti nama dan username

pr_j = prioritas peserta dalam rapat yang dapat bernilai {**High, Normal**}

A_j = agenda peserta yang terdiri dari sejumlah aktivitas a yang didefinisikan pada persamaan (3).

$$a_i = \langle desc_i, ap_i, s_i \rangle \tag{3}$$

Dimana,

$desc_i$ = deskripsi tentang aktivitas

ap_i = tingkat kepentingan aktivitas (*importance level*)

s_i = jadwal aktivitas yang tersusun dari pasangan waktu mulai dan waktu selesai aktivitas.

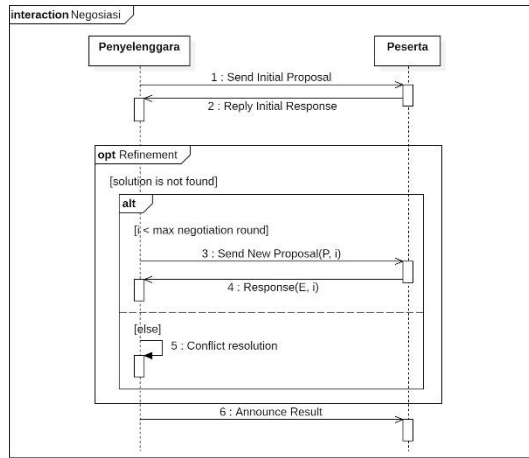
3.2. Protokol Negosiasi

Protokol negosiasi menjelaskan interaksi-interaksi antar agen yang negosiasi berlangsung ditunjukkan pada gambar 2. Secara umum, negosiasi dalam penelitian ini dibagi dalam dua fase, yaitu *initialization* dan *refinement*.

Interaksi yang terjadi pada fase *initialization* adalah *send initial proposal* dan *reply initial response*. Tujuan dari fase ini adalah membangun *cluster solution* untuk mempersempit himpunan solusi agar proses pencarian solusi dapat berlangsung konvergen.

Fase *refinement* berlangsung dengan interaksi *send referenced proposal* dan *response*. Pada fase ini, agen penyelenggara telah mendapatkan informasi tingkat preferensi dari setiap *cluster solution*,

sehingga proposal pada fase berupa *specific solution* yang merujuk pada *cluster solution*.



Gambar 2. Protokol negosiasi penjadwalan rapat

3.2.1. Initialization

Fase inisialisasi adalah tahapan utama dalam negosiasi yang terdiri dari strategi :

1. Pembangkitan initial proposal.
2. Evaluasi initial proposal.
3. Evaluasi respon dalam global initial preference.

3.2.1.1. Pembangkitan Initial Proposal

Proposal P dalam negosiasi ini berisi sejumlah kandidat solusi c yang tersusun dari pasangan tanggal dan rentang waktu $\langle d, t_{lo}, t_{hi} \rangle$. Aturan pembangkitan inisial proposal P_0 direpresentasikan dalam persamaan (4).

$$P_0 = D \times H \tag{4}$$

Dimana,

D = himpunan tanggal dalam rentang target pelaksanaan rapat due_i .

H = himpunan rentang waktu dalam batasan waktu kerja wh .

Aturan pembangkitan inisial proposal P_0 yaitu :

1. D_0 berisi seluruh tanggal dalam target pelaksanaan rapat, yaitu $D_0 = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$
2. Menentukan jumlah cluster c .
3. Menentukan interval waktu per cluster (t_i) melalui persamaan (6).

$$t_i = \frac{|wh|}{c} \tag{5}$$

Dimana,

t_i = interval waktu dalam menit dan $t_i > td$.

$|wh|$ = durasi lama jam kerja yang diijinkan dimana

$$|wh| = h_{max} - h_{min}$$

4. Berdasarkan nilai ti , maka diperoleh himpunan H_0 yaitu $H_0 = \{ \langle h_{min}, h_{min} + ti \rangle, \dots, \langle h_{min} + (c * ti - 1), h_{max} \rangle \}$

3.2.1.2. Evaluasi Initial Proposal

Setelah inisial proposal dikirim dan diterima oleh agen peserta rapat, maka setiap agen akan melakukan evaluasi yang menghasilkan respon agen terhadap setiap candidate solusi dalam inisial proposal P_0 . Evaluasi inisial proposal E_0 terdiri dari sejumlah evaluasi candidate e_i yang direpresentasikan pada persamaan (6) dan preferensi ketersediaan waktu $pref_i$ dihitung menggunakan persamaan (7).

$$e_i = \langle c_i, pref_i, r_i \rangle \quad (6)$$

$$pref_i = \frac{|c_i| - |A_i|}{|c_i|} \quad (7)$$

Dimana,

c_i = kandidat solusi yang dievaluasi.

$pref_i$ = tingkat preferensi ketersediaan waktu peserta rapat.

r_i = respon yang menunjukkan tingkat kesepakatan antara lain $\{ACCEPT, WITH CONFLICT, REJECT\}$.

$|c_i|$ = durasi rentang waktu dalam kandidat solusi

$|A_i|$ = durasi rentang waktu seluruh aktivitas peserta selama waktu yang ditentukan dalam c_i .

Aturan pemberian respon :

1. $r_i = ACCEPT$, jika dalam rentang waktu dalam candidate c_i tidak ditemukan aktivitas.
2. $r_i = WITH CONFLICT$, jika dalam rentang waktu dalam candidate c_i ditemukan aktivitas a_x , dimana prioritas aktivitas a_x lebih rendah dari prioritas rapat atau $ap_x < mp_i$
3. $r_i = WITH CONFLICT$, jika dalam rentang waktu dalam candidate c_i ditemukan aktivitas a_x yang merupakan kegiatan rapat x , dimana prioritas rapat mp_x sama dengan prioritas rapat atau $mp_x = mp_i$, namun rapat i lebih mendesak atau $due_x < due_i$.
4. $r_i = REJECT$, jika dalam rentang waktu dalam candidate c_i ditemukan aktivitas a_x yang merupakan kegiatan rapat x , dimana prioritas rapat mp_x sama dengan prioritas rapat atau $mp_x = mp_i$, namun rapat x lebih mendesak atau $due_x \geq due_i$
5. $r_i = REJECT$, jika dalam rentang waktu dalam candidate c_i ditemukan aktivitas a_x , dimana prioritas aktivitas lebih tinggi dari prioritas rapat atau $ap_x > mp_i$.

3.2.1.3. Evaluasi Global Initial Preference

Proses selanjutnya adalah agen penyelenggara rapat menerima seluruh respon dan melakukan penilaian kesepakatan secara umum. Penilaian kesepakatan disimpan dalam dalam *global initial preference* G_0 yang memenuhi persamaan (8).

$$G_0 = \langle c_i, pref_i, r_{accept}, r_{withconflict}, r_{reject} \rangle \quad (8)$$

Dimana,

c_i = kandidat solusi yang dievaluasi.

$pref_i$ = rata-rata nilai $pref_i$ dari seluruh agen peserta rapat

r_{accept} = jumlah peserta yang memberi respon *accept*.

$r_{withconflict}$ = jumlah peserta yang memberi respon *withconflict*.

r_{reject} = jumlah peserta yang memberi respon *reject*.

3.2.2. Refinement

Dalam fase lanjutan, proses negosiasi dilanjutkan dengan mempertimbangkan hasil dari fase inialisasi. Strategi-strategi dalam fase ini antara lain :

1. Pembangkitan proposal baru.
2. Evaluasi proposal.
3. Pencarian solusi.
4. Resolusi konflik.

3.2.2.1. Pembangkitan Proposal Baru

Berdasarkan *global initial preference* telah diperoleh, selanjutnya agen penyelenggara membangun proposal baru P_i dengan aturan :

1. Kandidat solusi dalam G_0 diurutkan berdasarkan tingkat preferensi tertinggi.
2. Proposal baru P_i merujuk pada kandidat solusi c_i pada G_0 yang telah diurutkan.
3. Proposal baru P_i dibangkitkan dengan membangun kandidat solusi cx dimana rentang waktu merupakan potongan rentang waktu pada c_y dengan menyesuaikan durasi rapat td . Sehingga

$$P_i = \{ \langle d_x, t_{x_{lo}}, t_{x_{lo}} + td \rangle, \langle d_x, t_{x_{lo}}, t_{x_{lo}} + td \rangle \dots, \langle d_x, t_{x_{lo}} + (n \times td), t_{x_{hi}} \rangle \}$$

Proposal tersebut akan dievaluasi oleh agen peserta rapat dengan ketentuan yang sama dengan persamaan (6) dan (7).

3.2.2.2. Pencarian Solusi

Setelah agen penyelenggara rapat menerima seluruh respon evaluasi tersebut, maka agen penyelenggara rapat akan menghitung *global preferences* dengan mengikuti persamaan (8). Berdasarkan *global preferences* tersebut, agen penyelenggara rapat melakukan pencarian kandidat solusi c_k dengan kriteria :

1. Nilai $pref_k = 1$, artinya seluruh peserta dapat hadir.
2. $r_{k_{accept}} = \text{jumlah peserta rapat}$, artinya seluruh peserta menyatakan sepakat dengan kandidat solusi c_k .

3.2.2.3. Resolusi Konflik

Maksimal putaran n_{max} negosiasi ditentukan dari jumlah kandidat solusi pada proposal inialisasi P_0 . Jika hingga akhir putaran negosiasi, agen penyelenggara tidak menemukan jadwal rapat yang disepakati, maka langkah terakhir yang dapat

dilakukan adalah resolusi konflik. Tujuan dari resolusi konflik adalah mencari alternatif jadwal rapat yang dapat diterima dengan mempertimbangkan faktor *quorum* sebagai *relaxing constraint*.

Resolusi konflik dilakukan oleh agen penyelenggara rapat dengan mencari kandidat solusi pada seluruh *global preferences* yang memiliki kriteria :

1. Seluruh peserta rapat dengan *priority level High* dapat hadir.
2. Jumlah peserta yang hadir harus mencapai nilai *quorum threshold*.

Jika dengan usaha ini agen penyelenggara belum dapat menemukan jadwal rapat, maka penjadwalan rapat dianggap gagal menemukan jadwal rapat.

4 KESIMPULAN

Model formal negosiasi sistem penjadwalan rapat berbasis agen telah dibahas dalam dalam artikel ini. Negosiasi untuk sistem penjadwalan rapat terdiri dari dua fase yaitu *initialization* dan *refinement*. Konvergensi dalam negosiasi ini ditunjukkan pada fase *refinement* ketika proposal baru yang berisi *specific solution* dibangkitkan berdasarkan *cluster solution* yang memiliki tingkat preferensi tinggi. Resolusi konflik dalam negosiasi ini menggunakan pertimbangan *relaxing constraint* yaitu kuorum.

Penelitian lanjutan akan dilakukan dengan mengimplementasikan negosiasi ini ke dalam sistem penjadwalan rapat berbasis agen.

DAFTAR PUSTAKA

- ANON. 2016. *Hasil Pencarian - KBBI Daring*. [online] Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Available at: <<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/negosiasi>> [Accessed 24 November 2017].
- CARDOSO, R.C. and FERRANDO, A., 2021. A review of agent-based programming for multi-agent systems. *Computers*, 10(2), pp.1–15. <https://doi.org/10.3390/computers10020016>
- EPHRATI, E., ZLOTKIN, G. and ROSENSCHEIN, J.S., 1994. Meet your destiny: A non-manipulable meeting scheduler. *Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW 1994*, pp.359–371. <https://doi.org/10.1145/192844.193049>.
- GARRIDO-LUNA, L. and SYCARA, K., 1996. Towards a totally distributed meeting scheduling system. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 1137, pp.85–97. https://doi.org/10.1007/3-540-61708-6_50.
- HERRERA, M., PÉREZ-HERNÁNDEZ, M., PARLIKAD, A.K. and IZQUIERDO, J., 2020. Multi-agent systems and complex networks: Review and applications in systems engineering. *Processes*, 8(3), pp.1–29. <https://doi.org/10.3390/pr8030312>.
- JENNINGS, N.R., FARATIN, P., LOMUSCIO, A.R., PARSONS, S., WOOLDRIDGE, M. and SIERRA, C., 2001. Automated Negotiation: Prospects, Methods and Challenges. *Group Decision and Negotiation*, 10(2), pp.199–215. <https://doi.org/10.1023/A:1008746126376>.
- KELLEY, J.F. and CHAPANIS, A., 1982. How professional persons keep their calendars: Implications for computerization. *Journal of Occupational Psychology*, 55(4), pp.241–256. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1982.tb00098.x>.
- KINCAID, C.M., DUPONT, P.B. and KAYE, A.R., 1985. Electronic Calendars in the Office: An Assessment of User Needs and Current Technology. *ACM Transactions on Information Systems*, [online] 3(1), pp.89–102. <https://doi.org/10.1145/3864.3868>.
- LAASRI, B., LAASRI, H., LANDER, S. and LESSER, V., 1992. a Generic Model for Intelligent Negotiating Agents. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 01(02), pp.291–317. <https://doi.org/10.1142/s0218215792000210>.
- LEYTON-BROWN, Y.S. and K., SHOHAM, Y. and LEYTON-BROWN, K., 2008. *Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*. [online] Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1073/pnas.97.18.9840>.
- MEGASARI, R., HUSNI, E.M., KUSPRIYANTO and WIDYANTORO, D.H., 2016. Negotiation strategies for meeting scheduling conflict management. *Proceedings - 2015 International Conference on Science in Information Technology: Big Data Spectrum for Future Information Economy, ICSITech 2015*, pp.276–281. <https://doi.org/10.1109/ICSITech.2015.7407817>.
- MELLO, R.R.P. DE, ANGELO GELAIM, T. and AZAMBUJA SILVEIRA, R., 2018. Negotiation strategies in multi-Agent systems for meeting scheduling. *Proceedings - 2018 44th Latin American Computing Conference, CLEI 2018*, pp.242–250. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2018.00037>.
- PALEN, L., 1999. Social, individual & technological issues for groupware calendar systems.

- Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, [online] (May), pp.17–24.
<https://doi.org/10.1145/302979.302982>.
- PURBO, T.S. and KURNIAWAN, T.A., 2020. Survey of automated meeting scheduling approaches. In: *ACM International Conference Proceeding Series*, SIET '20. [online] New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, pp.29–34.
<https://doi.org/10.1145/3427423.3427461>.
- RAY, R. and KALADY, S., 2009. Efficient negotiation strategies in multi-agent meeting scheduling. *2009 Second ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, CCCM 2009*, 1, pp.434–437.
<https://doi.org/10.1109/CCCM.2009.5268090>.
- SEN, S. and DURFEE, E.H., 1991. Study of Distributed Meeting Scheduling: Preliminary Results. *COCS '91 Proceedings of the conference on Organizational computing systems*, pp.55–68.
- SEN, S. and DURFEE, E.H., 1996. A contracting model for flexible distributed scheduling. *Annals of Operations Research*, [online] 65(1), pp.195–222.
<https://doi.org/10.1007/BF02187332>.
- SHAKSHUKI, E.M. and HOSSAIN, S.M.M., 2014. A personal meeting scheduling agent. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(4), pp.909–922.
<https://doi.org/10.1007/s00779-013-0695-6>.
- TEGER, S.L., 1983. Factors Impacting the Evolution of Office Automation. *Proceedings of the IEEE*, 71(4), pp.503–511.
<https://doi.org/10.1109/PROC.1983.12621>.
- WOOLDRIDGE, M., 2002. *An Introduction to Multi Agent System*. John wiley & Sons, Ltd.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-14435-6_1.
- ZUNINO, A. and CAMPO, M., 2009. Chronos : A multi-agent system for distributed automatic meeting scheduling. *Expert Systems With Applications*, [online] 36(3), pp.7011–7018.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.08.024>.

Halamann ini sengaja dikosongkan