

Implementasi Algoritma A* dalam Menentukan Rute Terpendek pada Lingkungan Kampus IV UINSU

Fauzan Hafiz Hs¹, Muhammad Saprin², Muhammad Agung Winata³, Kahfi Habibi Lubis⁴, Muhamamad Khalil Gibran⁵

¹²³⁴⁵Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Email: ¹fauzanhafizhs41@gmail.com, ²muhammadsaprin31@gmail.com, ³agungabay4@gmail.com, ⁴kahfihabilbs69@gmail.com, ⁵m.khalil1100000202@uinsu.ac.id

Abstrak-Penelitian ini membahas penerapan Algoritma A* dalam pemodelan dan simulasi pencarian rute terpendek di lingkungan Kampus IV Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UINSU). Lingkungan kampus dimodelkan sebagai graf berbobot, di mana setiap node merepresentasikan lokasi penting dan setiap edge merepresentasikan jalur penghubung dengan bobot berupa jarak. Algoritma A* digunakan untuk menentukan jalur optimal berdasarkan fungsi evaluasi yang mengombinasikan biaya aktual dan estimasi jarak menuju tujuan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa jalur terpendek dari Gerbang Utama menuju Perpustakaan adalah melalui node Gedung Fakultas dan Kantin dengan total jarak sebesar 641 meter. Penggunaan heuristik terbukti mampu mengurangi jumlah node yang dievaluasi sehingga proses pencarian menjadi lebih efisien. Penelitian ini menunjukkan bahwa Algoritma A* efektif diterapkan dalam sistem navigasi berbasis graf pada lingkungan kampus dan berpotensi dikembangkan menjadi aplikasi navigasi kampus.

Kata Kunci: Algoritma A*, Pemodelan dan Simulasi, Rute Terpendek, Heuristic, Kampus

Abstract-This study discusses the implementation of the A* Algorithm in modeling and simulating the shortest path search within the Campus IV environment of Universitas Islam Negeri Sumatera Utara (UINSU). The campus environment is modeled as a weighted graph, where nodes represent important locations and edges represent connecting paths weighted by distance. The A* Algorithm is applied to determine the optimal route based on an evaluation function that combines the actual cost and heuristic estimation toward the destination. Simulation results indicate that the shortest path from the Main Gate to the Library passes through the Faculty Building and the Canteen, with a total distance of 641 meters. The use of heuristic information effectively reduces the number of evaluated nodes, resulting in a more efficient search process. These findings demonstrate that the A* Algorithm is suitable for graph-based navigation systems in campus environments and can be further developed into a practical campus navigation application.

Keywords: A* Algorithm, Modeling and Simulation, Shortest Path, Heuristic, Campus Navigation

1. PENDAHULUAN

Pemodelan dan simulasi merupakan metode yang banyak digunakan untuk merepresentasikan dan menganalisis sistem nyata ke dalam bentuk model matematis atau komputasional. Dalam konteks sistem navigasi, pemodelan graf digunakan untuk merepresentasikan lokasi sebagai node dan jalur sebagai edge yang memiliki bobot jarak tertentu. Pendekatan ini memungkinkan proses analisis rute dilakukan secara sistematis dan terukur (Iskandar & Wardana, 2025). Pemodelan dan simulasi merupakan pendekatan yang digunakan untuk merepresentasikan perilaku sistem nyata melalui model matematis atau komputasional. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Putra & Dirgahayu, 2025), pemodelan graf sangat efektif digunakan dalam sistem navigasi karena mampu merepresentasikan hubungan antar lokasi secara terstruktur.

Permasalahan pencarian rute terpendek sering ditemukan pada lingkungan dengan banyak persimpangan, seperti area kampus, perumahan, dan kawasan industri. Tanpa bantuan sistem berbasis algoritma, pencarian rute sering dilakukan secara manual dan tidak selalu menghasilkan jalur yang optimal. Oleh karena itu, diperlukan metode komputasi yang mampu memberikan solusi rute terbaik secara efisien (Harahap et al., 2023).

Algoritma A* adalah algoritma pencarian jalur yang dikembangkan oleh Hart, Nilsson, dan Raphael. Algoritma ini bekerja dengan meminimalkan nilai fungsi evaluasi $f(n)$, yang merupakan penjumlahan antara biaya aktual dari titik awal ke node n dan estimasi jarak dari node n ke tujuan (Abidin & Hasan, 2023). Pendekatan ini memungkinkan pencarian jalur yang lebih efisien dibandingkan algoritma pencarian tanpa heuristik. Fungsi heuristik memegang peranan penting dalam Algoritma A*. Salah satu metode heuristik yang umum digunakan adalah Euclidean Distance,

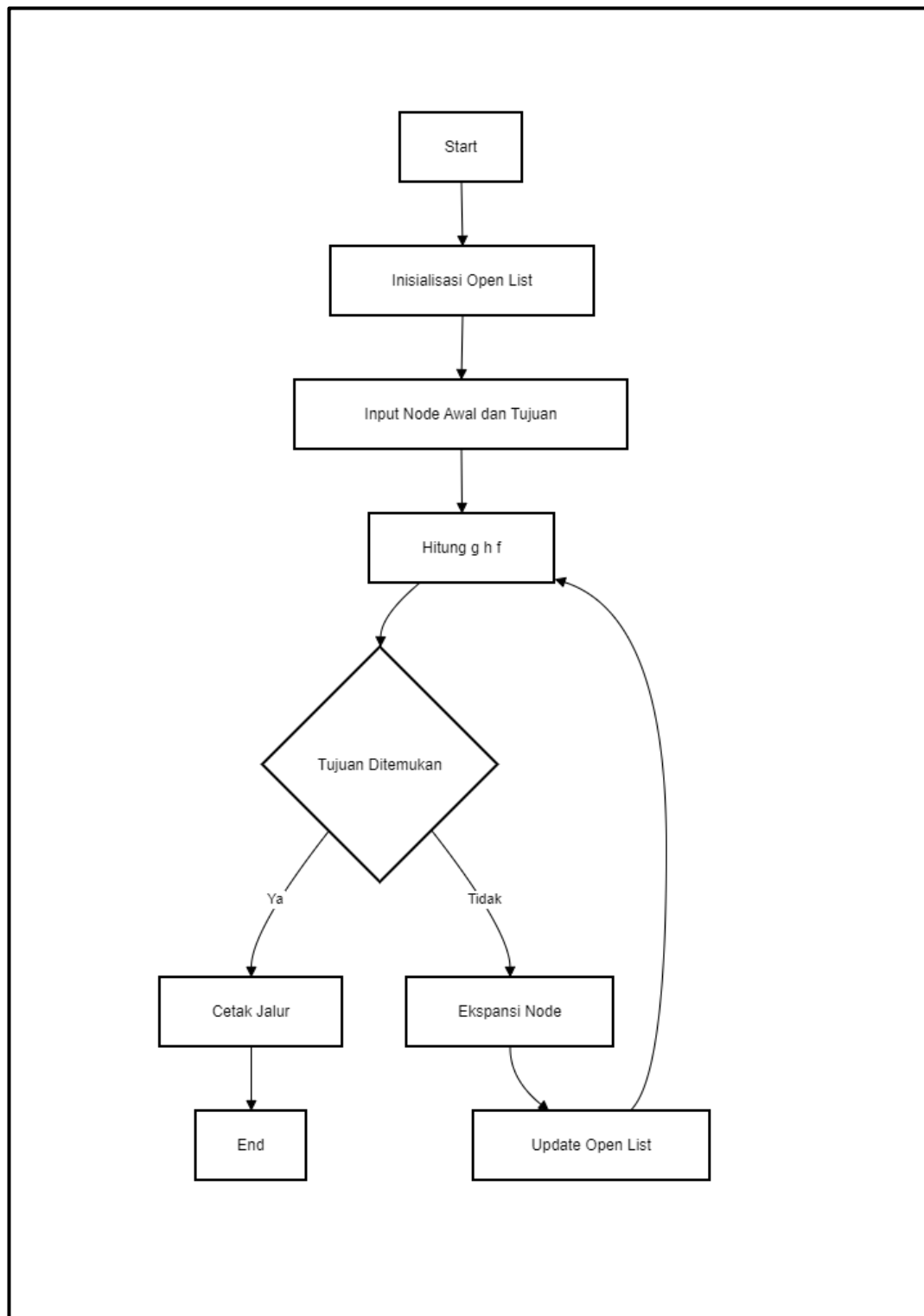
yang menghitung jarak lurus antara dua titik berdasarkan koordinat. Penelitian (Fauziah et al., 2024) menunjukkan bahwa penggunaan heuristik Euclidean memberikan hasil yang optimal pada sistem pencarian rute berbasis graf.

Lingkungan Kampus IV UINSU memiliki area yang cukup luas dengan berbagai gedung dan jalur penghubung. Kondisi ini menjadikan kampus sebagai objek yang relevan untuk dijadikan studi kasus pemodelan dan simulasi pencarian rute terpendek. Dengan banyaknya alternatif jalur, diperlukan sistem yang mampu menentukan rute paling efisien. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan dan simulasi pencarian rute terpendek menggunakan Algoritma A*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran penerapan algoritma pencarian jalur dalam lingkungan nyata serta menjadi referensi untuk pengembangan sistem navigasi berbasis simulasi.

2. METODE PENELITIAN

Beberapa penelitian di Indonesia telah membahas penerapan Algoritma A* dalam berbagai bidang, seperti navigasi robot, sistem informasi geografis, dan pencarian rute transportasi. (Bulu & Lede, 2024) menyatakan bahwa A* mampu mengurangi kompleksitas pencarian secara signifikan dibandingkan metode pencarian konvensional. penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan dan simulasi berbasis graf. Lingkungan kampus dimodelkan sebagai graf berbobot, di mana setiap lokasi direpresentasikan sebagai node dan jarak antar lokasi sebagai bobot sisi. Pendekatan ini memungkinkan proses simulasi dilakukan secara sistematis dan terukur (Damarjati & Riyanto, 2021).

1. Tahap pertama penelitian adalah identifikasi node dan jalur yang ada di lingkungan Kampus IV UINSU. Setiap node diberi label sesuai dengan lokasi fisik, seperti gerbang, gedung fakultas, dan fasilitas umum. Jarak antar node diukur berdasarkan jarak sebenarnya di lapangan atau melalui peta digital.
2. Tahap selanjutnya adalah perhitungan nilai heuristik menggunakan Euclidean Distance. Nilai ini digunakan untuk memperkirakan jarak dari setiap node menuju node tujuan. Penggunaan heuristik ini bertujuan untuk mempercepat proses pencarian jalur dengan mengarahkan algoritma ke arah tujuan.
3. Proses simulasi dilakukan dengan menjalankan Algoritma A* pada graf yang telah dibentuk. Algoritma akan mengevaluasi node berdasarkan nilai $f(n) = g(n) + h(n)$, kemudian memilih node dengan nilai f terkecil untuk diekspansi. Proses ini berlanjut hingga node tujuan tercapai. Hasil simulasi kemudian dianalisis untuk menentukan jalur terpendek dan total jarak yang ditempuh. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap efisiensi algoritma berdasarkan jumlah node yang dievaluasi selama proses pencarian.



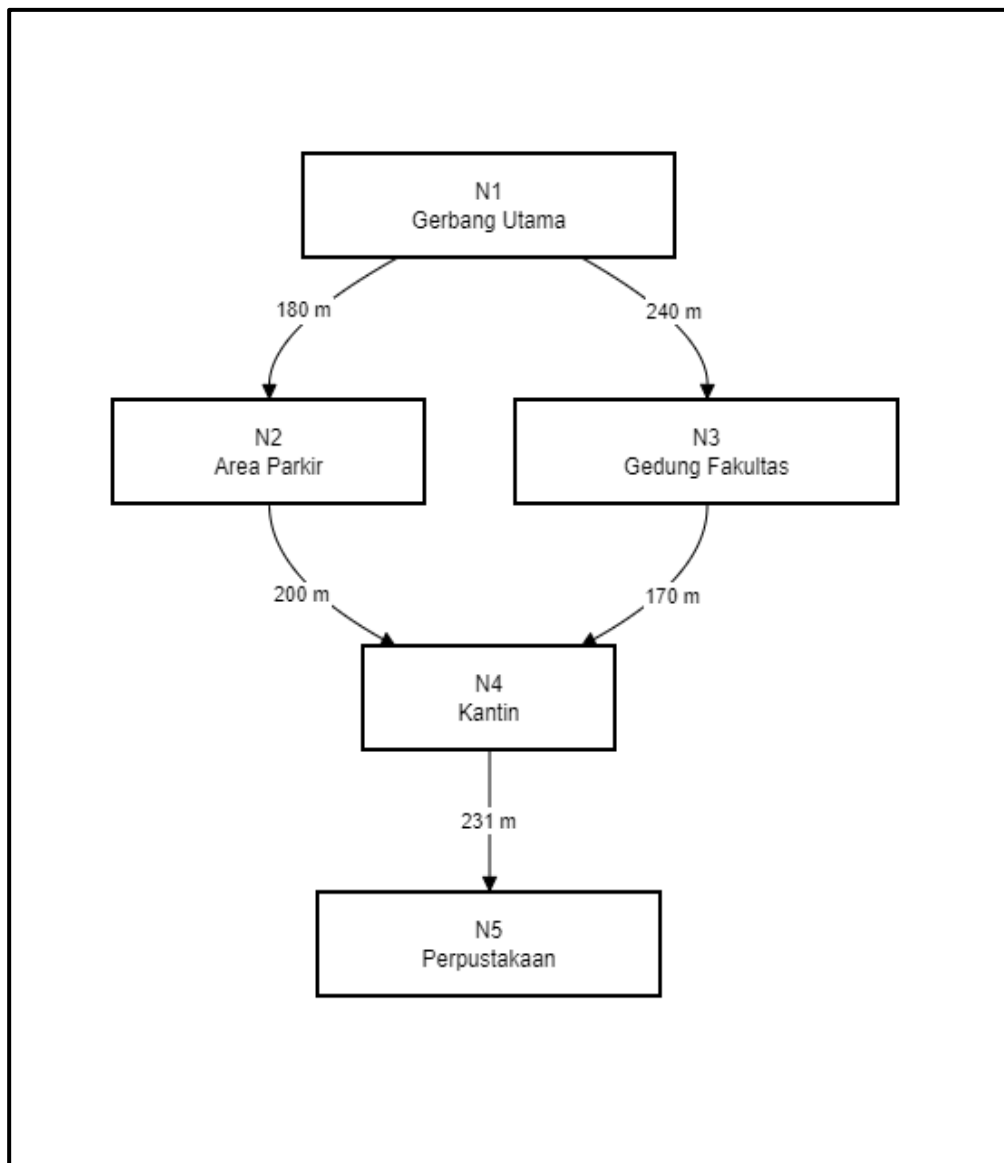
Gambar 1. Flowchart Sistem

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemodelan Lingkungan Kampus

Lingkungan Kampus IV UINSU dimodelkan sebagai sebuah graf berbobot yang terdiri dari beberapa node dan edge. Setiap node merepresentasikan lokasi penting di area kampus, seperti gerbang utama, gedung fakultas, area parkir, dan perpustakaan. Sementara itu, setiap edge merepresentasikan jalur penghubung antar lokasi dengan bobot berupa jarak dalam satuan meter. Data jarak antar node diperoleh melalui pengukuran peta digital kampus .

node awal ditetapkan pada Gerbang Utama Kampus, sedangkan node tujuan adalah Perpustakaan Pusat. Jalur-jalur alternatif yang menghubungkan kedua node tersebut terdiri dari beberapa lintasan dengan jarak yang bervariasi. Total terdapat beberapa kemungkinan jalur yang dapat ditempuh, sehingga diperlukan algoritma pencarian rute terpendek untuk menentukan jalur optimal.



Gambar 2. Node dan Edge

Table 1. Node dan Representasi Lokasi

Kode Node	Lokasi
N1	Gerbang Utama
N2	Area Parkir
N3	Gedung Fakultas
N4	Kantin
N5	Perpustakaan

Table 2. Edge dan Bobot Jarak

Dari	Ke	Jarak (meter)
N1	N2	180
N1	N3	240
N2	N4	200
N3	N4	170
N4	N6	231

3.2 Proses Simulasi Algoritma A*

Simulasi pencarian rute terpendek dilakukan menggunakan Algoritma A*, yang menentukan jalur optimal berdasarkan fungsi evaluasi sebagai berikut:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

dengan:

1. $g(n)$ merupakan biaya aktual dari node awal menuju node n ,
2. $h(n)$ merupakan nilai heuristik berupa estimasi jarak dari node n menuju node tujuan,
3. $f(n)$ merupakan nilai evaluasi total yang digunakan untuk menentukan prioritas pemilihan node.

Nilai heuristik $h(n)$ ditentukan berdasarkan estimasi jarak langsung menuju node tujuan (Perpustakaan). Pada setiap iterasi, algoritma memilih node dengan nilai $f(n)$ terkecil dari *open list* untuk diekspansi, kemudian memindahkannya ke *closed list*. Proses ini berulang hingga node tujuan ditemukan (Putra & Santoso, 2024).

Table 3. Nilai Heuristik $h(n)$

Node	$h(n)$ (meter)
N1	480
N2	350
N3	300

Node	$h(n)$ (meter)
N4	231
N5	0

3.3 Perhitungan dan Iterasi Algoritma A*

1. Iterasi 1

Node awal N1 dievaluasi dengan nilai awal:

Table 4. Iterasi 1

$g(N1)$	0
$h(N1)$	480
$f(N1)$	480

2. Iterasi 2 (Ekspansi N1)

Table 5. Iterasi 2

Node	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
N2	180	350	530
N3	240	300	540

3. Iterasi 3 (Ekspansi N2)

Table 6. Iterasi 3

Node	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
N3	240	300	540
N4	380	231	611

Node N3 kemudian dipilih untuk diekspansi.

4. Iterasi 4 (Ekspansi N3)

Table 7. Iterasi 4

Node	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
N4	410	231	641

5. Iterasi 5 (Ekspansi N4)

Table 8. Iterasi 5

Node	g(n)	h(n)	f(n)
N6	641	0	641

Node tujuan berhasil ditemukan, sehingga proses pencarian dihentikan.

3.4 Pembahasan Hasil Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi Algoritma A*, jalur terpendek yang diperoleh dari Gerbang Utama menuju Perpustakaan adalah:

$$N1 \rightarrow N3 \rightarrow N4 \rightarrow N5$$

dengan total jarak:

$$240 + 170 + 231 = 641 \text{ meter}$$

Jalur ini dipilih karena memiliki nilai evaluasi f(n) paling kecil dibandingkan jalur alternatif lainnya. Penggunaan fungsi heuristik menyebabkan algoritma hanya mengevaluasi node-node yang relevan menuju tujuan, sehingga proses pencarian menjadi lebih efisien.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan heuristik pada Algoritma A* mampu mengarahkan proses pencarian secara optimal menuju node tujuan. Algoritma tidak melakukan eksplorasi terhadap seluruh node yang tersedia, melainkan hanya node-node dengan potensi menghasilkan jalur terpendek. Hal ini membuktikan bahwa Algoritma A* efektif digunakan dalam pemodelan dan simulasi sistem navigasi berbasis graf, khususnya pada lingkungan kampus dengan skala kecil hingga menengah. Dengan pemodelan yang tepat, algoritma ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi sistem navigasi kampus berbasis aplikasi untuk membantu mahasiswa dan pengunjung dalam menentukan rute tercepat menuju lokasi tujuan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan dan simulasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Algoritma A* mampu menentukan rute terpendek secara efektif pada lingkungan Kampus IV UINSU. Dengan memanfaatkan fungsi evaluasi yang mengombinasikan biaya aktual dan estimasi jarak ke tujuan, algoritma ini berhasil menghasilkan jalur optimal dengan total jarak 641 meter dari Gerbang Utama menuju Perpustakaan. Penggunaan heuristik terbukti meningkatkan efisiensi pencarian dengan mengurangi jumlah node yang dievaluasi. Oleh karena itu, Algoritma A* sangat sesuai diterapkan pada sistem navigasi kampus dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dalam bentuk aplikasi berbasis web atau mobile.

REFERENCES

- Abidin, Z. F., & Hasan, M. (2023). Perbandingan algoritma Dijkstra dan A* untuk pencarian rute terpendek pada peta digital. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, 9(1), 45–54. <https://doi.org/10.33365/jtik.v9i1.2104>
- Bulu, M. P., & Lede, P. (2024). Penerapan algoritma A* dalam sistem navigasi berbasis graf. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(2), 538–546. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i2.1262>
- Damarjati, D., & Riyanto, A. (2021). Simulasi pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma A* pada lingkungan kampus. *Jurnal Informatika*, 8(3), 245–254. <https://doi.org/10.31294/ji.v8i3.11452>
- Fauziah, L., Firmansyah, A., & Aguswin, A. (2024). Implementasi algoritma pencarian jalur terpendek pada sistem informasi geografis. *REMik: Riset Dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 8(1), 210–218. <https://doi.org/10.33395/remik.v8i1.13371>
- Harahap, M. F., Satria, R., & Wijaya, A. (2023). Aplikasi algoritma A* untuk pencarian jalur optimal di area perumahan. *Journal of Artificial Intelligence and Informatics*, 3(1), 66–78. <https://doi.org/10.30872/jaii.v3i1.3012>

- Iskandar, A., & Wardana, F. (2025). Pemodelan graf dinamis untuk simulasi pencarian rute. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 11(1), 21–34. <https://doi.org/10.26418/justin.v11i1.56120>
- Putra, D., & Dirgahayu, T. (2025). Analisis sistem navigasi berbasis algoritma pencarian jalur. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 12(1), 155–172. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v12i1.1337>
- Putra, D., & Santoso, B. (2024). Simulasi pencarian rute terpendek menggunakan algoritma heuristik. *Indonesian Journal of Applied Technology*, 2(2), 89–98. <https://doi.org/10.47134/ijat.v2i2.3114>