

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

4.1.1 Kondisi Eksisting Lingkungan

Pusat perbelanjaan Malang Town Square atau sering disebut dengan Matos merupakan salah satu pusat perbelanjaan besar di kota Malang. Pusat perbelanjaan Matos berlokasi di jalan Veteran no.2 Malang, Jawa Timur. Luas kawasan pusat perbelanjaan Malang Town Square mencapai $\pm 24.484,41$



Gambar 4.1 Lokasi Pusat Perbelanjaan
Malang Town Square

Pusat perbelanjaan Malang Town Square dapat dicapai dari jalan Veteran, jalan Bogor, dan jalan Bandung. Berada di kawasan pendidikan dan komersial, pusat perbelanjaan Malang Town Square selalu ramai oleh pengunjung, baik untuk berbelanja, makan, maupun berlibur. Pusat perbelanjaan ini dibangun pada tahun 2005 dan sudah beberapa kali mengalami renovasi peruntukan ruang, namun secara fisik bangunan tidak berubah banyak.

Pusat perbelanjaan Malang Town Square dikelilingi beberapa bangunan komersial dan pendidikan seperti MX Mal, Swiss Belinn Malang dan Kampus Universitas Negeri Malang. Aktivitas sirkulasi kendaraan di jalan Veteran cukup padat karena merupakan jalan lokal dengan dua lajur jalan, masing-masing memiliki lebar 6 m. Disebelah timur kawasan pusat perbelanjaan Malang Town

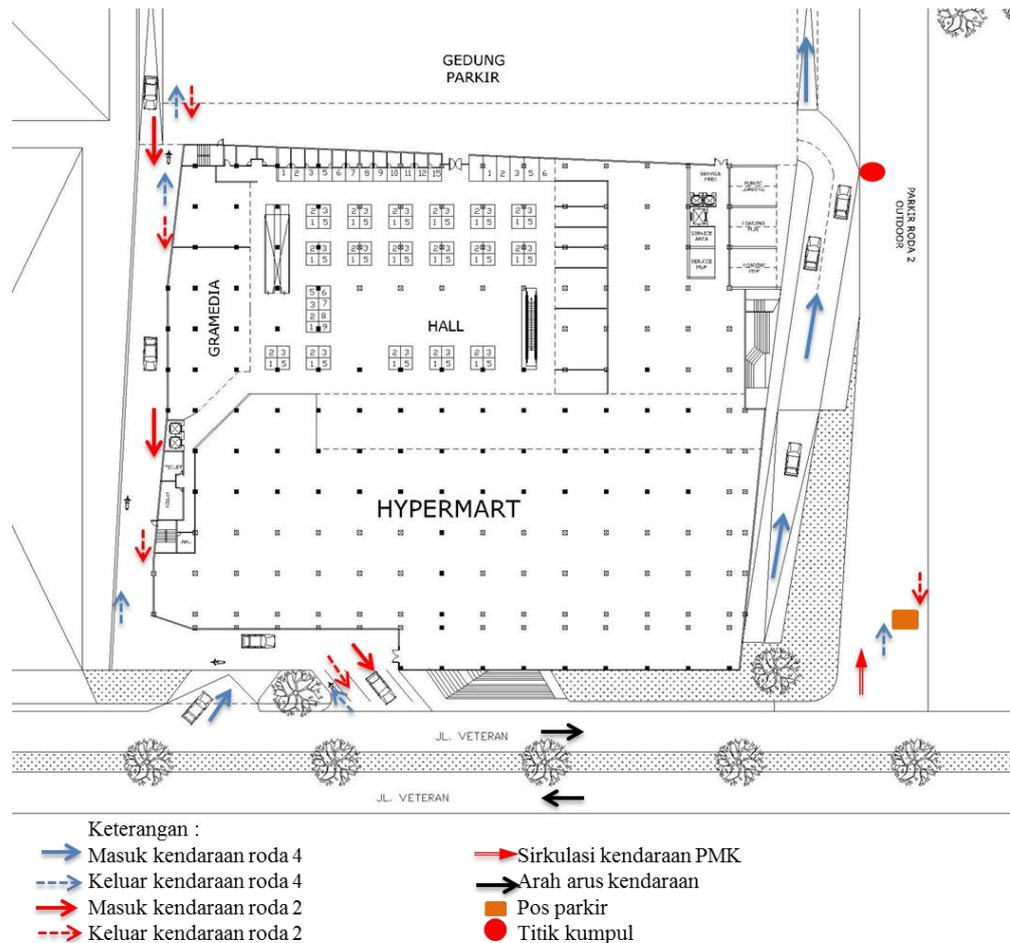
Square terdapat jalan De Rumah yang merupakan jalan lingkungan dengan lebar 6 m.



Gambar 4.2 Batas Tapak Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

Kawasan pusat perbelanjaan Malang Town Square memiliki area parkir di dalam dan di luar bangunan. Area parkir diluar bangunan berada disebelah timur bangunan, area parkir ini hanya digunakan untuk kendaraan roda dua. Sedangkan area parkir di dalam bangunan, pusat perbelanjaan Malang Town Square menyediakan gedung parkir yang terletak dibelakang bangunan inti digunakan untuk kendaraan roda dua dan roda empat. Area parkir kendaraan roda dua berada di lantai dan area parkir mobil berada di lantai 2, lantai 3 dan lantai 4.

Sirkulasi kendaraan untuk memasuki kawasan pusat perbelanjaan Malang Town Square dapat dicapai dari jalan Veteran, melalui pintu masuk utama (drop off) untuk kendaraan roda empat dan untuk kendaraan roda dua masuk melalui pintu masuk yang menuju ke basement dan masuk melalui jalan kecil di samping kanan bangunan untuk area parkir di luar bangunan. Kendaraan yang masuk melalui pintu utama baik drop off (di lantai 2) maupun langsung ke parkir, area parkir berada di gedung khusus parkir di belakang (timur laut) bangunan. Sedangkan untuk keluar dari kawasan pusat perbelanjaan dari gedung parkir melalui pintu keluar yang juga digunakan untuk pintu masuk kendaraan roda dua. Sirkulasi kendaraan pada pusat perbelanjaan Malang Town Square dapat dilihat pada gambar 4.3.



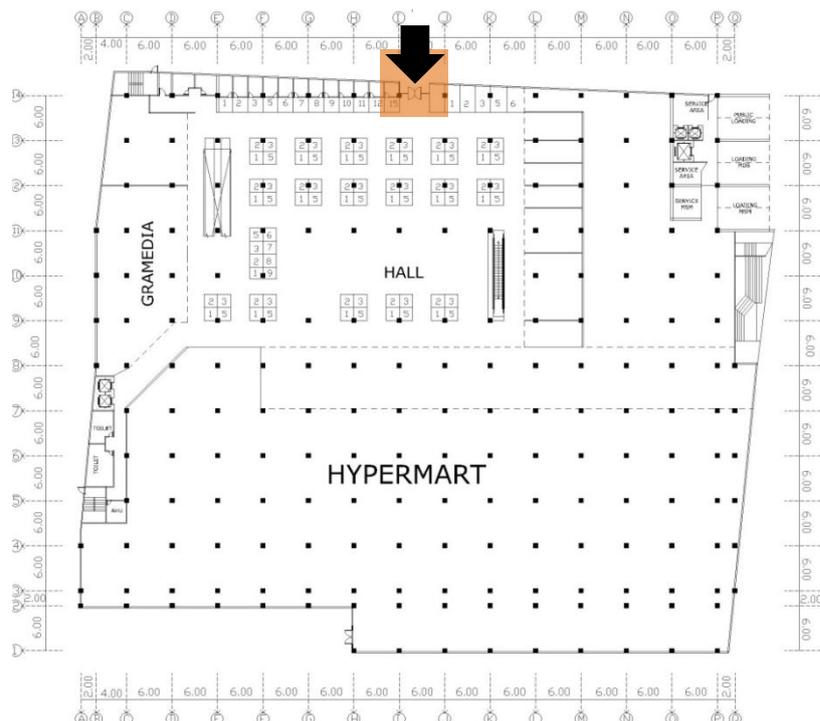
Gambar 4.3 Arus Sirkulasi kendaraan Perbelanjaan Malang Town Square

4.1.2 Gambaran Umum Bangunan

Pusat perbelanjaan Malang Town Square dibangun pada tahun 2005 oleh Lippo Mall dan sudah beberapa kali mengalami renovasi. Bioskop 21 merupakan salah satu tenant yang mengalami renovasi. Bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square terdiri dari 4 lantai. Massa bangunan pusat perbelanjaan Matos berbentuk persegi dengan modul 6x6 meter, dengan struktur utama beton bertulang.

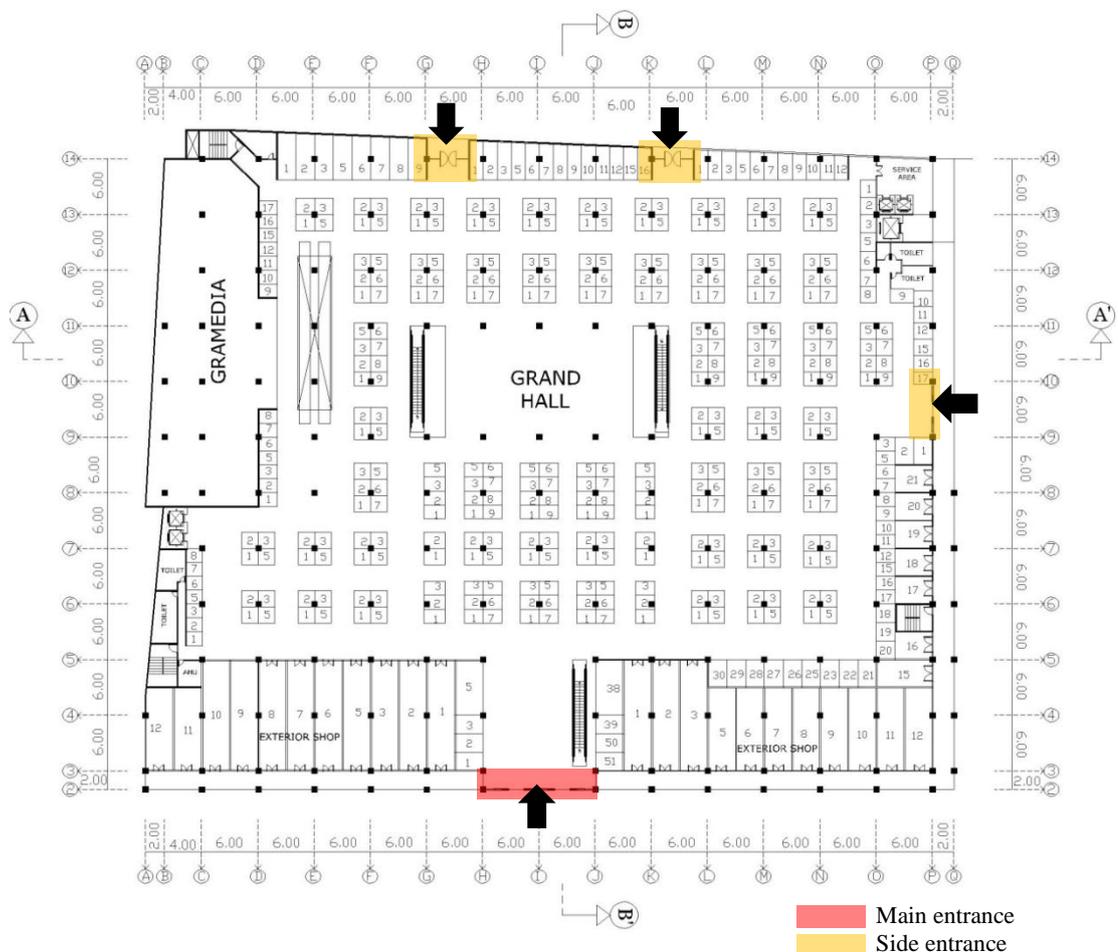
Sirkulasi horisontal pada pusat perbelanjaan Malang Town Square dapat dicapai dari beberapa pintu, yaitu *main entrance* yang berada di sisi barat daya (depan) bangunan lantai 2, *side entrance* yang berada di sisi tenggara (samping kiri) bangunan lantai 2 dan pintu yang menghubungkan antara bangunan inti dengan gedung parkir (*side entrance*) pada basement lantai 1, lantai 2 dan lantai 3.

Lantai 1 terdiri dari tenant hypermart, Boston drug store, Pizza Hut, gramedia, kedai si mbok, food court, McDonald's ice cream, holland bakery, Bata, Nobu bank, dan retail-retail kecil lainnya. Akses masuk pada lantai 1 dapat dicapai melalui sirkulasi horisontal dan vertikal, untuk akses masuk horisontal melalui (*side entrance*) pintu belakang yang berhubungan langsung dengan area parkir di dalam gedung. Sedangkan untuk akses masuk vertikal melalui ramp eskalator dari lantai 2. Denah lantai 1 dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Denah Lantai 1 Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

Lantai 2 merupakan lantai utama, dimana pada lantai ini terdapat akses *main entrance*, *drop off*, dan *side entrance*. *Main entrance* pada lantai 2 berada di sisi barat daya (depan) bangunan, *side entrance* yang berada di sisi tenggara (samping kiri) bangunan, sedangkan untuk *side entrance* dari gedung parkir (belakang) terdapat dua buah pintu geser otomatis dengan lebar masing-masing 2,4 m yang berjarak 20 m satu sama lain (gambar 4.5).

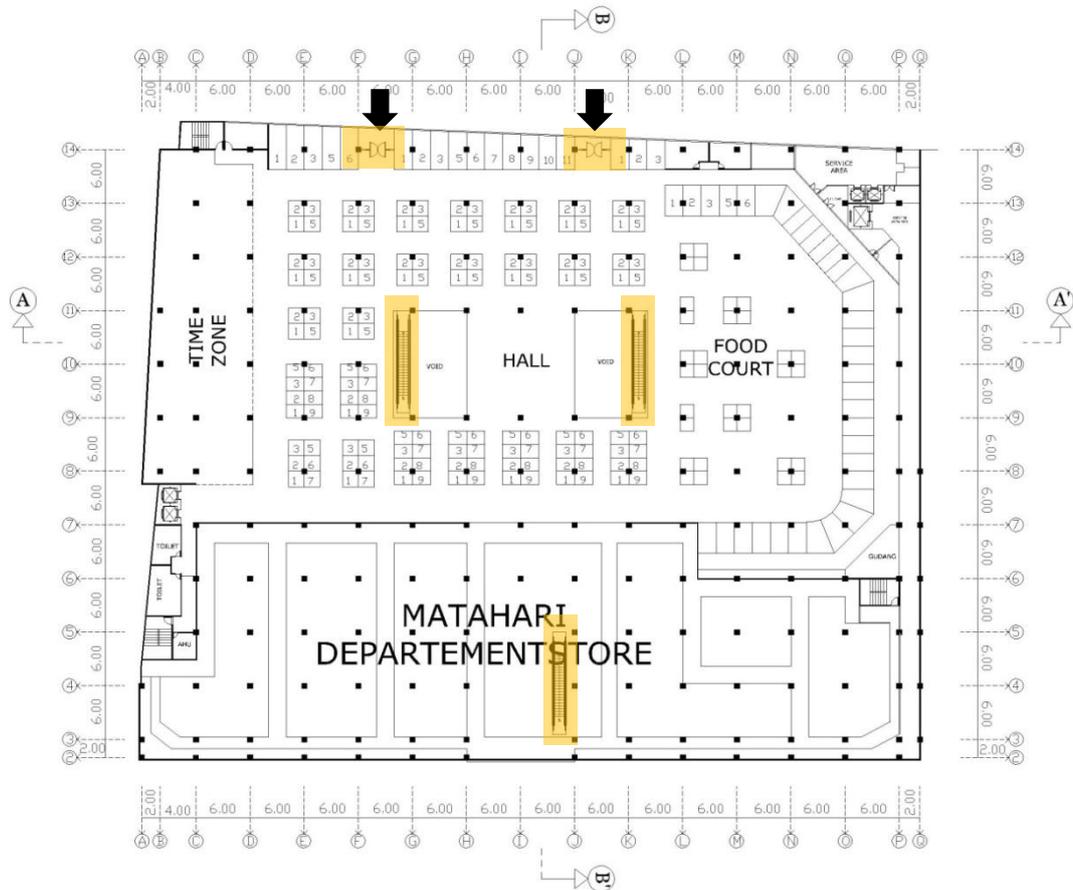


Gambar 4.5 Denah Lantai 2 Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

Lantai 2 terdiri dari beberapa retail besar dan retail kecil, antara lain: gamedia, optik Seis, optik Melawai, optik firstolia, KFC, bread story, roti boy, pegadaian, Loly Poly Accesories, Buccheri, The brahouse, Global teleshop, Samsung, Stroberi, Bunga, Camedia, Julian potts, dan retail-retail kecil lainnya. Grand hall pada lantai 2 sering digunakan untuk pameran, bazar dan lain sebagainya. Sirkulasi vertikal untuk mencapai lantai 2 dapat melalui eskalator dari lantai 1, sedangkan untuk sirkulasi horisontal dapat melalui *main entrance*, dan *sideentrance*.

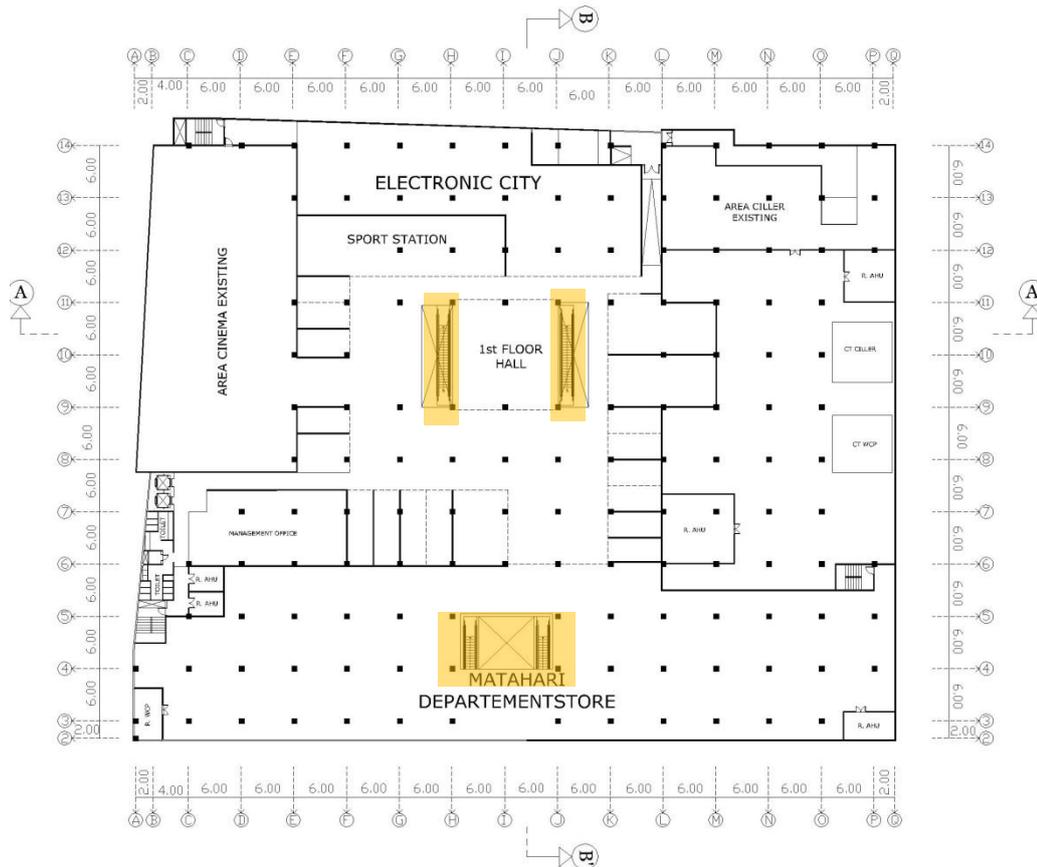
Lantai 3 terdiri dari tenant Matahari *Department Store*, *food court* dan *time zone*. Selain itu, lantai 3 juga terdapat beberapa retail pakaian, aksesoris, ATM serta mushola. Akses masuk horisontal pada lantai 3 dapat dicapai melalui dua side entrance yang berada di belakang bangunan yang berhubungan langsung dengan area parkir. Sedangkan sirkulasi vertikal untuk mencapai lantai 3 dapat menggunakan lift dan eskalator yang berada di tengah-tengah bangunan dan

satu eskalator untuk akses naik langsung ke tenant Matahari *department store*(gambar 4.6).



Gambar 4.6 Denah Lantai 3 Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

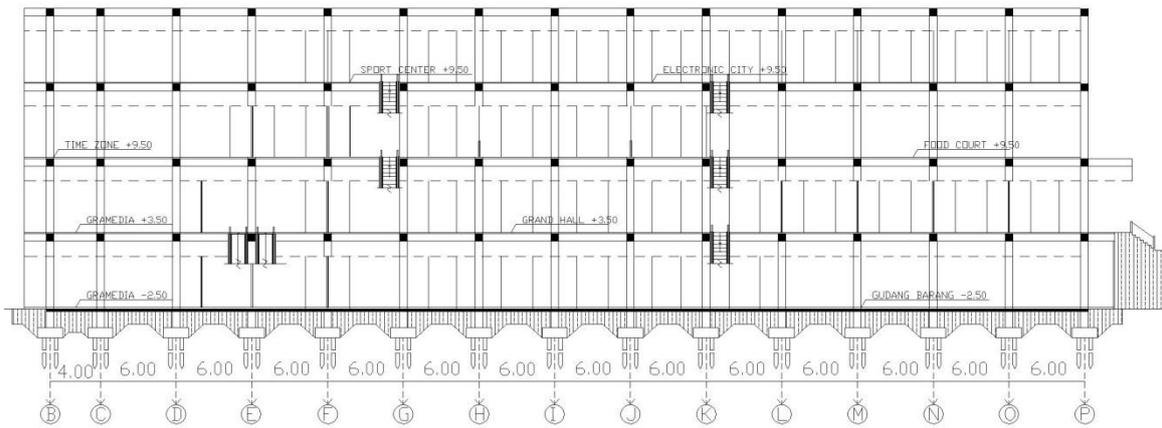
Lantai 4 terdiri dari tenant Matahari *departmen store*, beberapa retail fashion, retail makanan, perlengkapan olah raga serta toko elektronik (*electronic city*). Selain itu juga terdapat *Cinemax 21* dan kantor pusat pemasar yang berada di samping Matahari *department store* (gambar 4.7). Lantai 4 juga digunakan untuk penempatan utilitas seperti AHU dan chiller. Sirkulasi untuk menuju ke lantai 4 hanya menggunakan sirkulasi vertikal yaitu eskalator yang berada di tengah bangunan dan eskalator yang berada di tenant Matahari *department store*, tidak ada akses horisontal langsung untuk masuk dari area parkir.



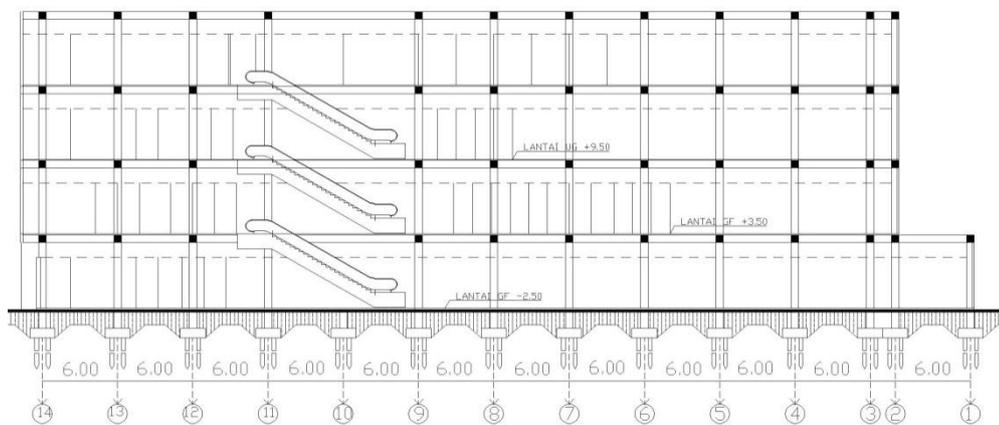
Gambar 4.7 Denah Lantai L1 Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

Bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square mempunyai tiga tangga darurat yang disediakan di sisi kanan dan kiri bangunan. Untuk sisi kanan yaitu bagian barat laut bangunan terdapat dua tangga yaitu sebelah barat dan utara yang disediakan mulai dari lantai dasar sampai dengan lantai atap. Sedangkan untuk sisi kiri bangunan, tangga darurat dimulai dari lantai 2 sampai dengan lantai 4 ini pun hanya diperuntukan oleh tenant Matahari departemen store. Jadi tangga darurat ini tidak bisa diakses dari dalam lantai 2.

Dari observasi lapangan, terdapat beberapa pintu keluar pada tangga darurat yang sengaja digembok karena alasan tertentu, hal ini dapat mengakibatkan hal yang fatal apabila sewaktu-waktu terjadi bahaya kebakaran. Dimana lantai 4 untuk akses keluar kurang memadai karena hanya menggunakan tangga darurat. Selain digembok, tangga darurat juga digunakan untuk menaruh barang-barang yang tidak terpakai seperti kardus, kertas, dan lain-lain. Keadaan tersebut sangat mengganggu kelancaran proses evakuasi apabila tangga darurat digunakan saat terjadi bahaya sewaktu-waktu.



Gambar 4.8 Potongan A-A' Pusat Perbelanjaan Malang Town Square



Gambar 4.9 Potongan B-B' Pusat Perbelanjaan Malang Town Square

4.2 Lantai 1

4.2.1 Analisa Sirkulasi Evakuasi

Lantai 1 bangunan Malang Town Square hanya memiliki sarana jalan keluar tiga pintu, satu pintu merupakan *side entrance*, satu pintu lain adalah pintu untuk distribusibarang, dan satu pintu adalah pintu yang dikhususkan untuk anchor tenant hypermart. Terdapat tangga darurat (*emergency exit*) pada lantai 1 tetapi tidak digunakan untuk akses keluar lantai 1, hanya digunakan untuk akses keluar lantai 2, 3 dan 4.

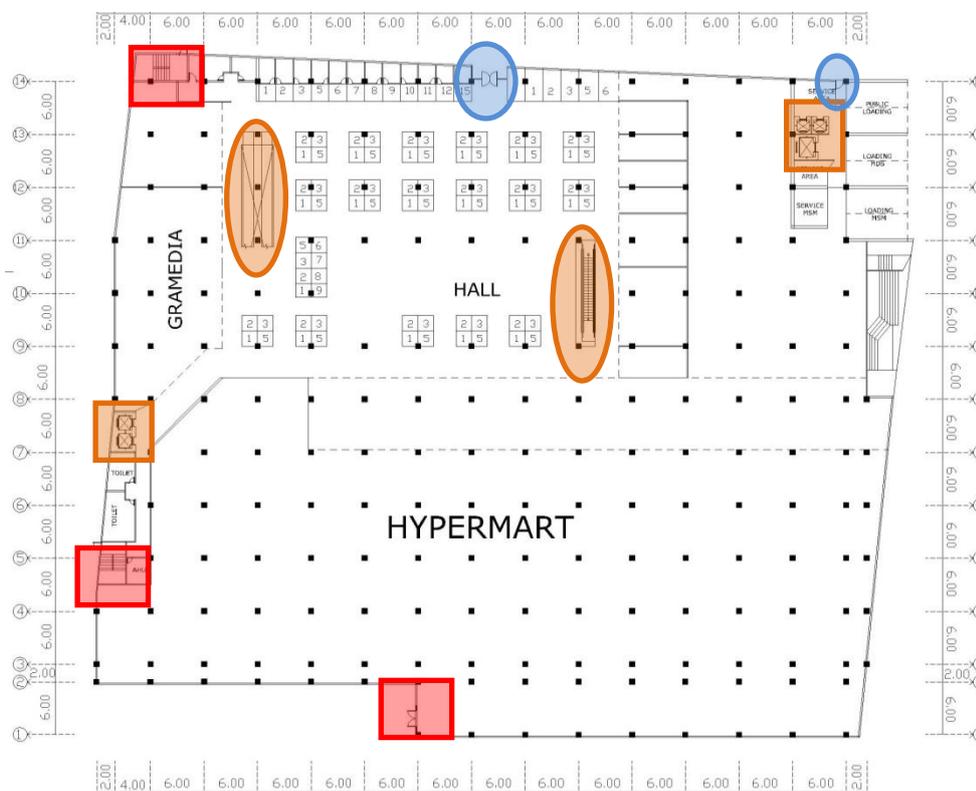
Side entrance pada lantai 1 terletak disisi timur laut (belakang) bangunan, karena pintu ini digunakan untuk akses masuk maka penghuni tidak kesulitan menemukan akses keluar apabila terjadi keadaan darurat. Jenis pintu tersebut

merupakan pintu manual dengan dua buah daun pintu dengan lebar pintu adalah 2.4 meter (gambar 4.10).



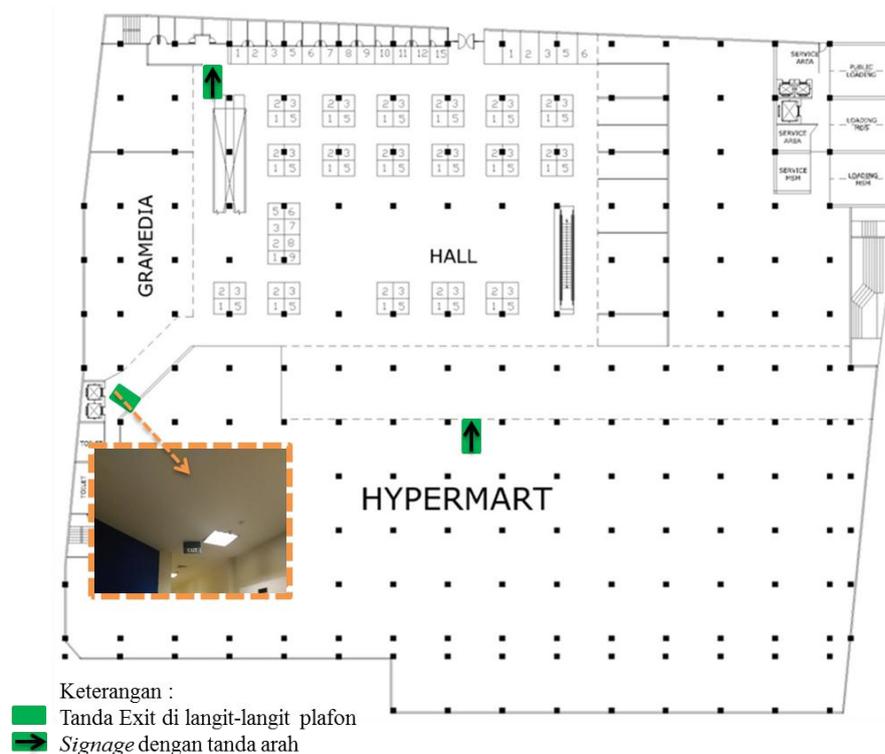
Gambar 4.10 Side Entrance Lantai 1

Pintu untuk distribusi barang terletak disisi timur laut (belakang) bangunan berjarak 21 meter dari *side entrance*. pintu ini hanya digunakan untuk akses servis, sehingga pengunjung tidak dapat menggunakan pintu ini untuk sarana evakuasi dan hanya pengelola pusat perbelanjaan saja yang bisa mengaksesnya. Sedangkan untuk pintu keluar khusus hypermat terletak di barat daya (depan) bangunan yang mengarah ke jalan raya. Jenis pintu tersebut merupakan pintu darurat dengan dua buah daun pintu dengan lebar pintu adalah 2.4 meter.



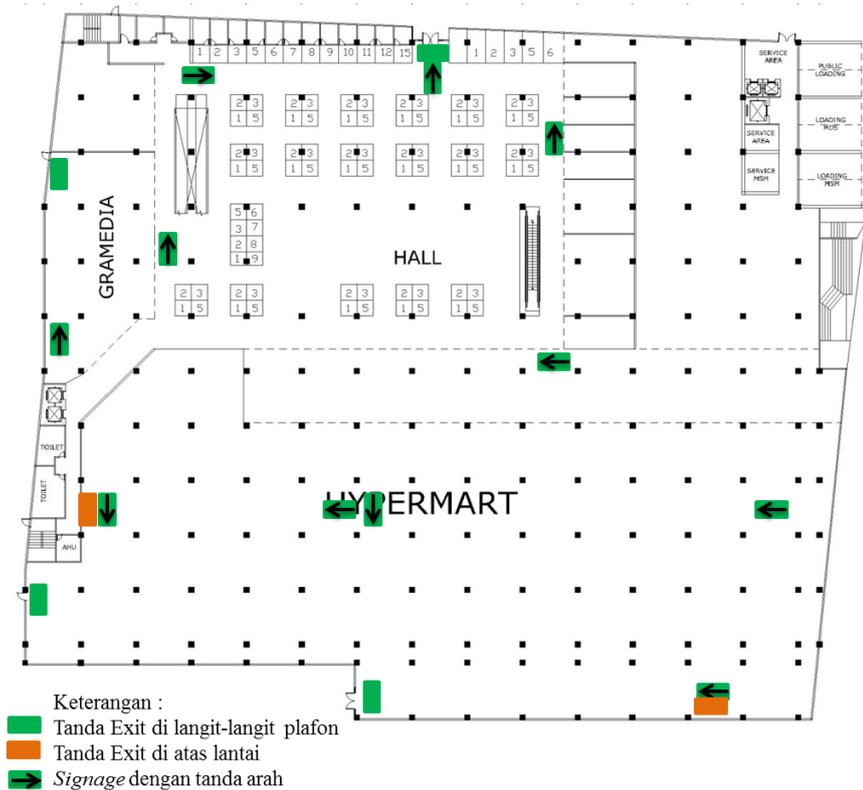
Gambar 4.11 Tata Letak Pintu Masuk, Eskalator, Lift dan Tangga Darurat Lantai 1

Lantai 1 yang juga merupakan lantai *basement* merupakan lantai yang terdiri dari beberapa retail kecil dan besar, toko buku gramedia, *food court* dan juga tenant hypermart. Pada lantai 1 ini terdapat dua eskalator yang berada di dekat toko buku gramedia (ramp eskalator) dan di dekat tenant hypermart yang menghubungkan ke grand hall lantai 2. Eskalator ini sebagai sirkulasi vertikal yang menghubungkan antara lantai 1 dengan lantai 2. Terdapat lift orang dan lift barang sebagai sirkulasi vertikal pada bangunan Malang Town Square yang menghubungkan lantai 1 sampai dengan lantai 4, lift orang berada di sisi barat laut dan sisi timur laut belakang bangunan dan lift barang berada di sisi timur laut dekat dengan lift orang. Sirkulasi vertikal ini mempengaruhi persebaran asap dan api saat terjadinya kebakaran, sehingga mempengaruhi proses evakuasi.



Gambar 4.12 Tata Letak Signage Lantai 1

Signage pada lantai 1 hanya terletak pada koridor yang dekat dengan lift, untuk tenant hypermart hanya terdapat satu *signage* yang berada di tengah-tengah tenant yang mengarah ke luar tenant (menuju ke tengah bangunan), tidak menuju ke pintu darurat. Hal ini dapat menimbulkan kebingungan bagi pengunjung maupun penghuni bangunan. Sehingga perlu dilakukan penataan ulan untuk *signage* lantai 1. Berikut rekomendasi tata letak *signage* pada lantai 1 (gambar 4.13) :



Gambar 4.13 Rekomendasi Tata Letak Signage Lantai 1

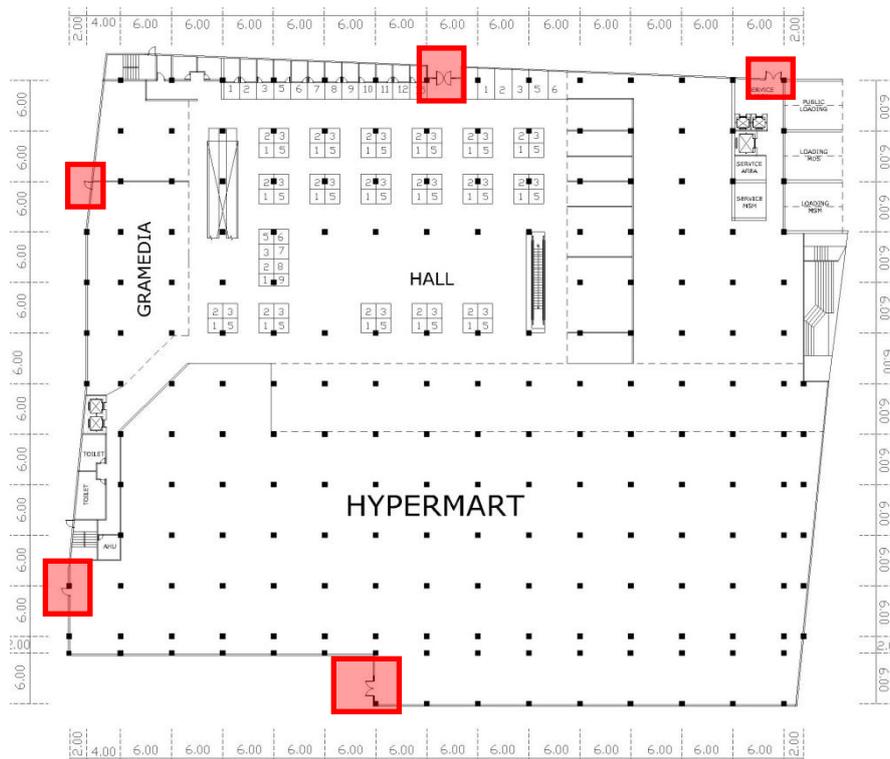
Pada lantai 1 tidak diprediksi waktu keluar penghuni, dikarenakan untuk lantai 1 tidak terjadi penumpukan penghuni dari lantai atas dan jalur evakuasi langsung ke luar bangunan tanpa melalui tangga darurat saat terjadi kebakaran. Akses evakuasi pada lantai 1 menggunakan peraturan tentang jumlah pintu keluar yang harus ada pada lantai dengan luas tertentu. Peraturan yang digunakan adalah PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008.

Luas lantai 1 mencapai $\pm 5972.08 \text{ m}^2$ dengan jumlah penghuni sebanyak 1241 orang. Dilihat dari PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008, untuk jumlah penghuni melebihi 1000 orang dibutuhkan 4 jalan keluar dari dalam bangunan. Dari peraturan tersebut dapat disimpulkan bahwa pada lantai 1 untuk akses jalur keluar kurang memenuhi syarat. Solusi yang diambil adalah dengan menambahkan akses jalan keluar.

4.2.2 Rekomendasi

Berdasarkan PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008, rekomendasi untuk sistem sirkulasi sebagai sarana evakuasi pada lantai 1 adalah dengan menambahkan akses pintu keluar darurat. Penambahan akses jalan keluar ini sebanyak 2 buah

pintu darurat yang diletakkan di toko buku gramedia dan di hypermart. Perletakkan penambahan pintu darurat ini mempertimbangkan jarak antar pintu yaitu maksimal 45 meter pada bangunan dengan sprinkler otomatis (SNI 03-1746-2000). Pintu servis yang juga digunakan untuk akses darurat diganti dengan dimensi yang lebih lebar yaitu pintu darurat dengan dua buah daun pintu, penambahan lebar pintu tersebut untuk memperlancar sirkulasi penghuni saat proses evakuasi. Berikut tata letak penambahan pintu darurat pada lantai 1 (gambar 4.14) :



Gambar 4.14 Rekomendasi Tata Letak Pintu Keluar Lantai 1

4.3 Lantai 2

4.3.1 Analisa Sirkulasi Evakuasi

Lantai 2 bangunan Malang Town Square memiliki sarana jalan keluar sebanyak enam pintu, satu pintu merupakan *main entrance*, tiga pintu lain adalah *secondary entrance*, dan dua pintu yang lain adalah *emergency exit* (pintu darurat).

Main entrance lantai 2 bangunan ini berada disisi barat daya (depan) bangunan dengan jumlah pintu dua buah yang masing-masing pintu mempunyai lebar 1.6 meter. Jenis pintu main entrancemerupakan pintu geser otomatis, dimana pintu ini dapat digunakan sebagai sarana jalan keluar apabila terjadi keadaan darurat (gambar 4.15).



Gambar 4.15 Main Entrance Lantai 2 (pintu G2)

Secondary entrance pada lantai 2 terletak disisi tenggara (samping kiri) bangunan dan dibelakang bangunan (menuju ke parkir). Jenis pintu *secondary entrance* yang terletak disisi samping bangunan merupakan pintu geser otomatis dengan lebar 2.4 meter.

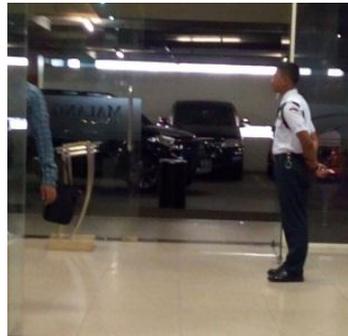


Gambar 4.16 Secondary Entrance Lantai 2 (pintu F2)

Secondary entrance yang terletak di belakang bangunan sebanyak dua buah pintu dengan jarak antara pintu yang satu dengan yang lain adalah 21.3 meter. Jenis pintu tersebut merupakan pintu manual dengan dua buah daun pintu, lebar pintu tersebut adalah 2.4 meter.



Gambar 4.17 *Secondary Entrance* dari Gedung Parkir Lantai 2 (pintu D2)



Gambar 4.18 *Secondary Entrance* dari Gedung Parkir Lantai 2 (pintu E2)

Emergency exit (pintu darurat) pada lantai 2 terletak disisi barat laut (samping kanan) bangunan sebanyak dua buah pintu, masing-masing terletak di sisi barat laut bagian depan dan belakang bangunan. Pintu darurat tersebut dari jenis engsel sisi atau pintu ayun yang dapat terbuka secara penuh dengan lebar daun pintu 0,94 meter.

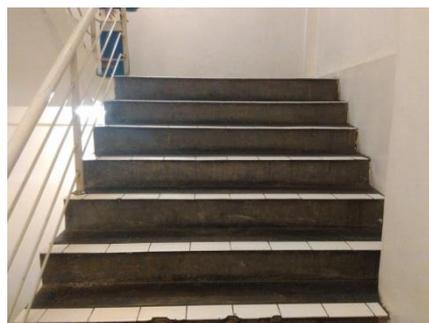


Gambar 4.19 Pintu Darurat Lantai 2 (pintu B2)

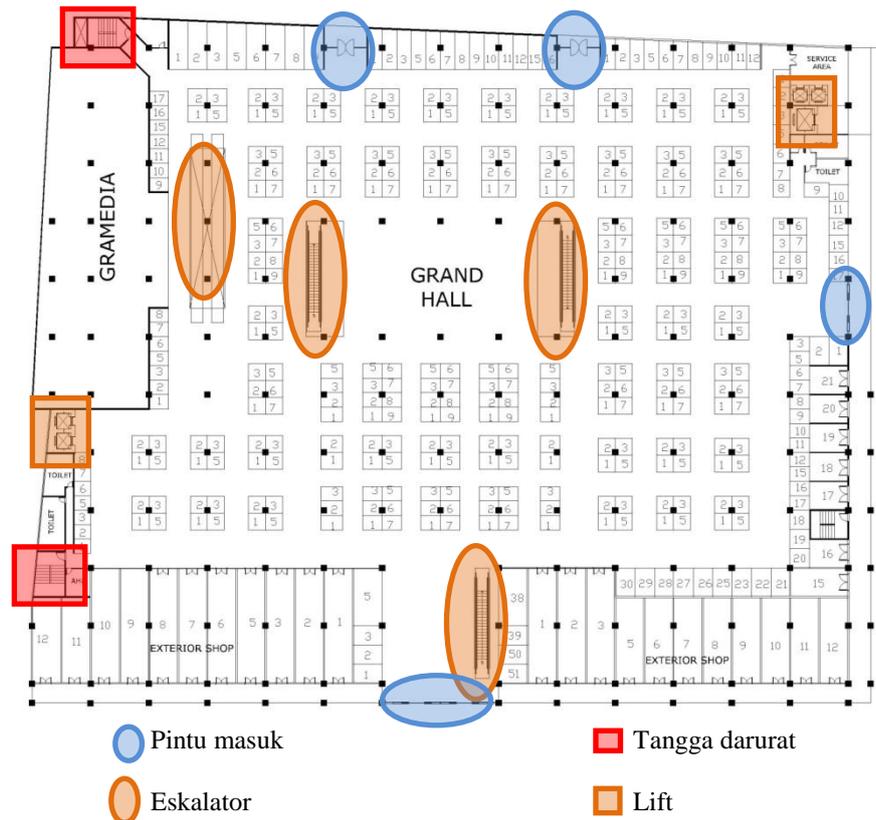


*Gambar 4.20 Pintu Darurat Lantai 2
(pintu C2)*

Tangga darurat pada bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square menggunakan material beton yang tahan api dan setiap lantainya mempunyai 3 bordes. Tangga darurat B pada lantai 2 mempunyai dimensi anak tangga 1,86 m x 0,3 m x 0,2 m dengan dimensi bordes 4 m x 1,5 m. Material anak tangga adalah beton dan keramik (gambar 4.21). Utilitas yang ada pada tangga darurat adalah lampu dan hit detector. Pada tangga darurat yang ada di bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square tidak menyediakan tempat berlindung untuk aksesibilitas penyandang cacat atau difabel. Sehingga perlu ditambahkan disetiap pintu darurat untuk proses evakuasi. Untuk tangga darurat B pada lantai 2 ini sama dengan tangga darurat B pada lantai 3 dan 4 dikarenakan satu jalur.



Gambar 4.21 Tangga Darurat B Lantai 2

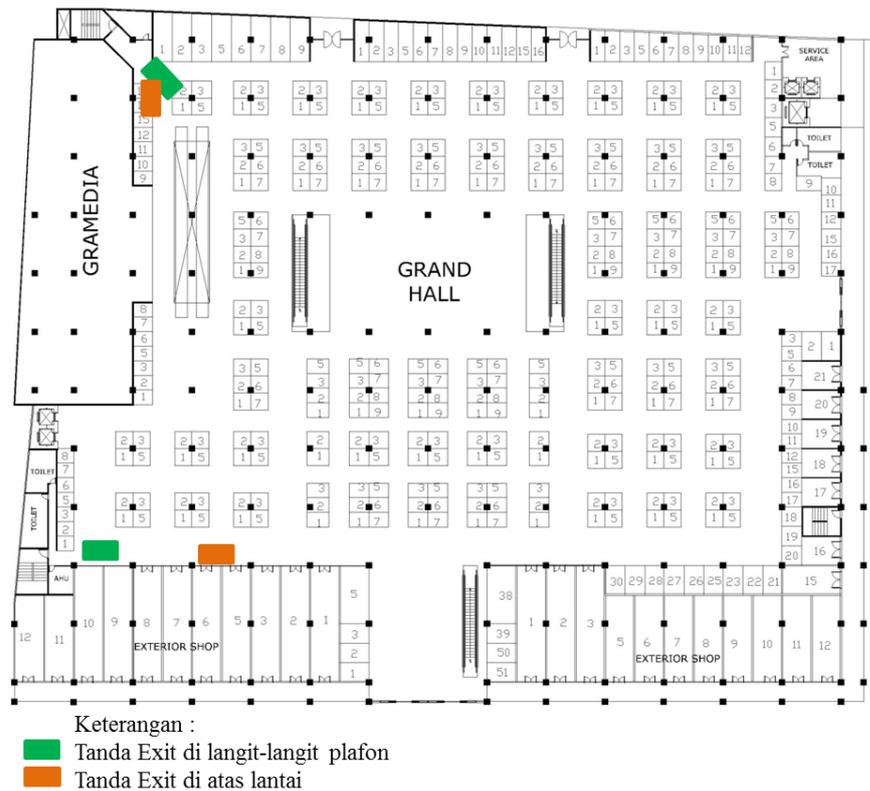


Gambar 4.22 Tata Letak Pintu Masuk, Eskalator, Lift dan Tangga Darurat Lantai 2

Lantai 2 terdiri dari banyak retail kecil dan besar, retail yang diakses dari luar bangunan, toko buku gramedia, dan juga grand hall. Retail-retail kecil yang umumnya berada dibagian tengah bangunan disusun dalam 4 sampai 8 retail yang dijadikan satu blok. Dimensi retail tersebut adalah 1,75 x 1,75 meter dan 1,5 x 2 meter. Sedangkan untuk retail yang diakses dari luar bangunan mempunyai dimensi 3 x 9 meter, 3 x 12 meter, dan 3 x 4 meter.

Sirkulasi pada lantai 2 merupakan pola sirkulasi grid/network yang terdiri dari beberapa jalan sejajar dimana pada jarak tertentu saling berpotongan dan menghubungkan titik-titik terpadu dalam suatu ruang. Lebar sirkulasi antar blok retail berbeda-beda yaitu 1,5 meter, 2 meter, 2,5 meter, 4 meter dan 4,25 meter. Perbedaan lebar sirkulasi ini disebabkan oleh perbedaan jumlah dan lebar retail dalam satu blok, selain itu juga untuk menunjukkan sirkulasi utama dalam ruangan. Lebar sirkulasi/ koridor yang berbeda pada lantai 2 ini mempengaruhi proses evakuasi. Dimana lebar koridor diperhitungkan untuk kecepatan penghuni menuju pintu keluar untuk menyelamatkan diri.

Signage atau penanda arah evakuasi pada lantai 2 hanya terdapat pada koridor terdekat menuju pintu darurat. Ukuran huruf pada *signage* yang kurang dari 20 cm tidak begitu terlihat dari jarak 12 meter seperti yang di syaratkan pada PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008. Berikut letak *signage* pada lantai 2 pusat perbelanjaan Malang Town Square (gambar 4.23) :



Gambar 4.23 Tata Letak *Signage* Lantai 2

Signage pada pusat perbelanjaan Malang Town Square untuk tulisan, simbol dan tanda arah dijadikan satu bingkai, kondisi ini membuat *signage* tidak mudah untuk dibaca oleh penghuni bangunan.

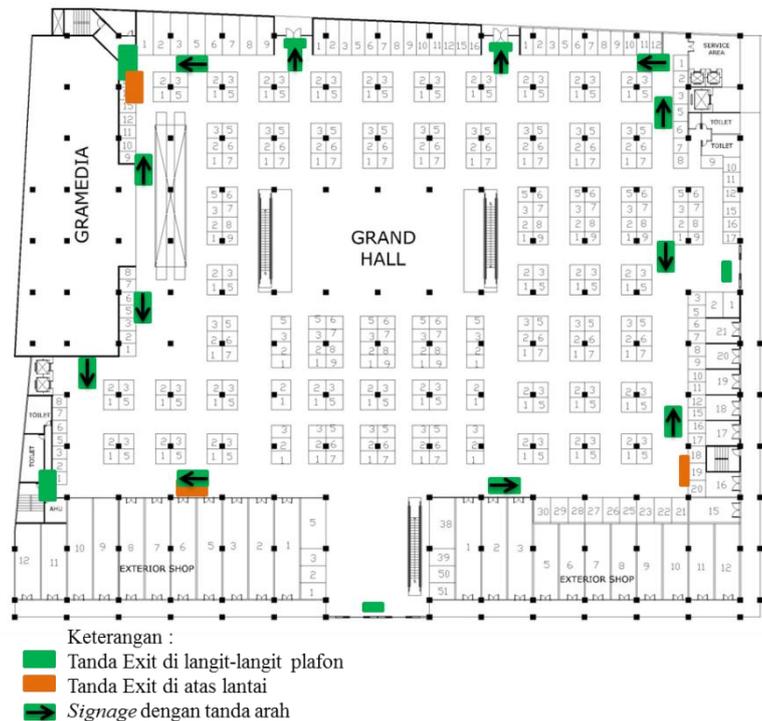


Gambar 4.25 Signage di Atas Lantai Menuju Pintu Darurat B2 Lantai 2



Gambar 4.26 Signage di Atas Lantai Menuju Pintu Darurat C2 Lantai 2

Signage yang berada di atas lantai pada pusat perbelanjaan Malang Town Square diletakkan pada jarak 1 meter diatas permukaan lantai. Dalam PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008 jarak perletakkan *signage* di atas lantai tidak lebih dari 20 cm, sehingga *signage* tersebut lebih diturunkan untuk peletakkannya agar masih bisa terlihat apabila asap sudah memenuhi bagian langit-langit bangunan.Rekomendasi signage yang berada di langit-langit ditentukan oleh dua hal, yaitu arah koridor dan tinggi retail. Untuk retail yang ketinggiannya mencapai langit-langit lantai, signage harus terlihat minimal pada satu sisi koridor. Sedangkan untuk retail yang ketinggiannya 1,5 meter, signage diletakkan pada jarak pandang maksimal 30 meter. Berikut rekomendasi tata letak *signage* pada lantai 2 (gambar 4.27) :



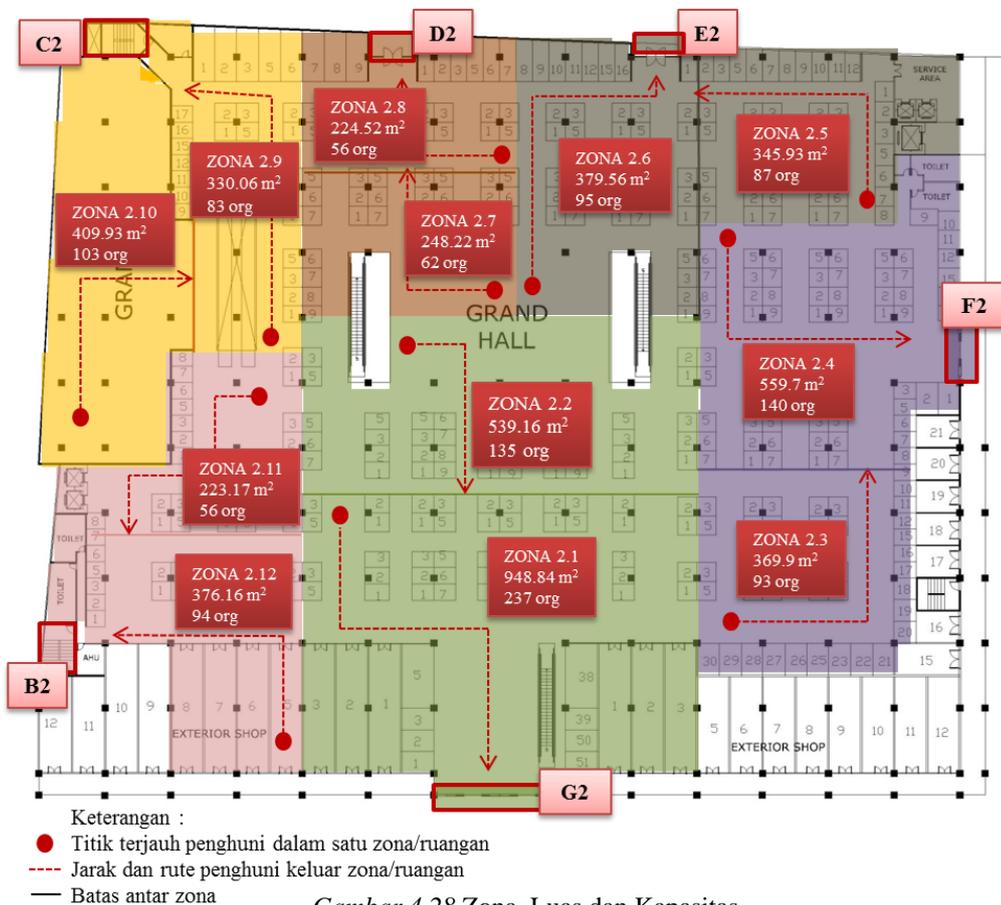
Gambar 4.27 Rekomendasi Tata Letak Signage Lantai 2

4.3.2 Prediksi Waktu Keluar

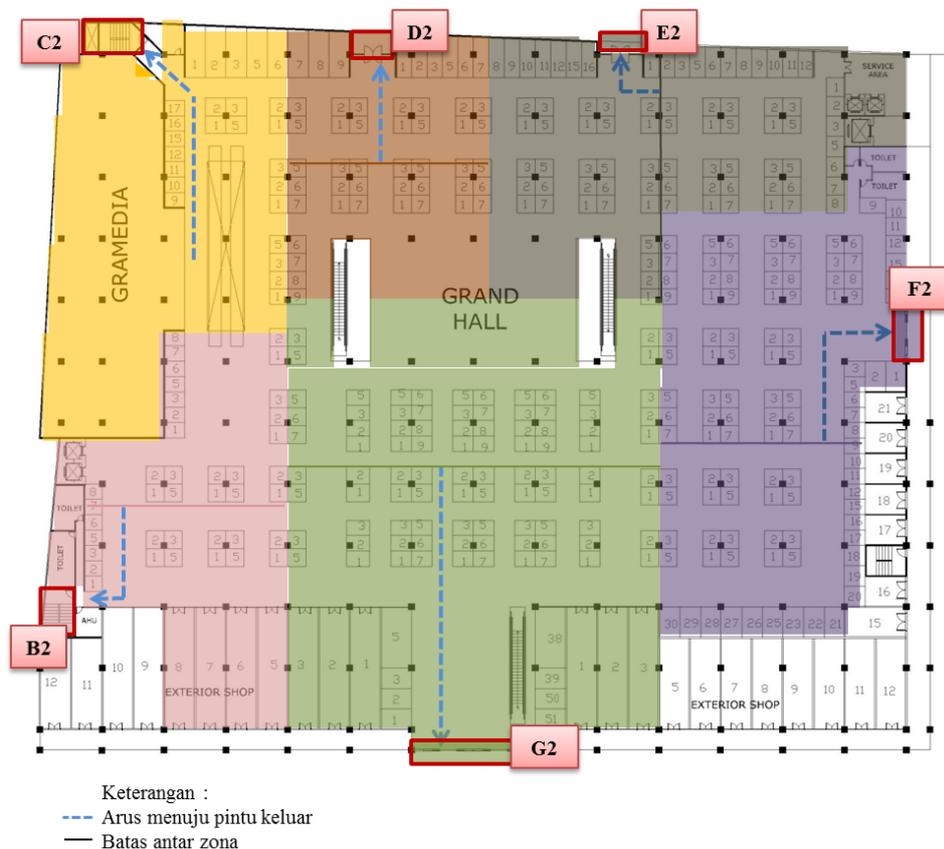
Lantai 2 pada objek penelitian ini dibagi menjadi dua belas zona, masing-masing sarana jalan keluar digunakan untuk dua zona. Sarana jalan keluar yang digunakan untuk zona 2.1 dan 2.2 adalah pintu G2 (*main entrance*) di sisi barat daya (depan) bangunan, zona 2.3 dan 2.4 adalah pintu F2 (*side entrance*) di sisi tenggara (samping kiri) bangunan, zona 2.5 dan 2.6 adalah pintu E2 (*side entrance*) di sisi timur laut (belakang) bangunan sebelah kiri, zona 2.7 dan 2.8 adalah pintu D2 (*side entrance*) di sisi timur laut (belakang) bangunan sebelah kanan, zona 2.9 dan 2.10 adalah pintu C2 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian belakang bangunan, dan zona 2.11 dan 2.12 adalah pintu B2 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian depan bangunan.

Zona 2.1 memiliki luas 948.84 m² dengan jumlah penghuni 237 orang dan jarak terjauh 35 m, zona 2.2 memiliki luas 539.16 m² dengan jumlah penghuni 135 orang dan jarak terjauh 15 m, zona 2.3 memiliki luas 369.9 m² dengan jumlah penghuni 93 orang dan jarak 31 m, zona 2.4 memiliki luas 559.7m² dengan jumlah penghuni 140 orang dan jarak terjauh 27 m, zona 2.5 memiliki luas 345.93 m² dengan jumlah penghuni 87 orang dan jarak terjauh 27 m, zona

2.6 memiliki luas 379.56 m² dengan jumlah penghuni 95 orang dan jarak terjauh 32 m, zona 2.7 memiliki luas 248.22 m² dengan jumlah penghuni 62 orang dan jarak terjauh 22 m, zona 2.8 memiliki luas 224.52 m² dengan jumlah penghuni 56 orang dan jarak terjauh 17 m, zona 2.9 memiliki luas 330.06 m² dengan jumlah penghuni 83 orang dan jarak terjauh 33 m, zona 2.10 memiliki luas 409.93 m² dengan jumlah penghuni 103 orang dan jarak terjauh 26 m, zona 2.11 memiliki luas 223.17 m² dengan jumlah penghuni 56 orang dan jarak terjauh 27 m, zona 2.12 memiliki luas 376.16 m² dengan jumlah penghuni 94 orang dan jarak terjauh 28 m. Berikut zonasi luas, kapasitas dan arus keluar ruangan pada lantai 2 (gambar 2.28 dan gambar 2.29) :

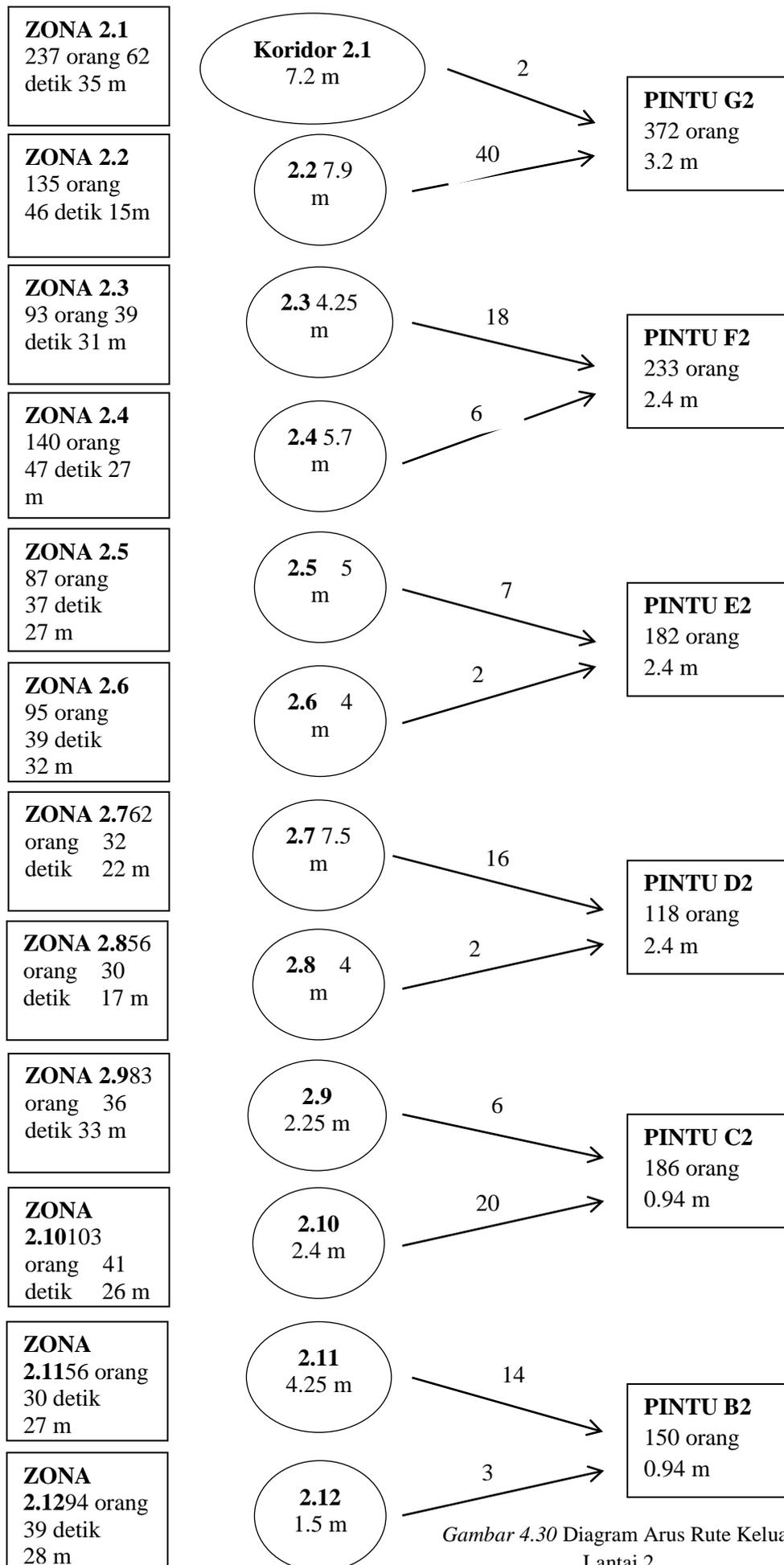


Gambar 4.28 Zona, Luas dan Kapasitas Penghuni Lantai 2

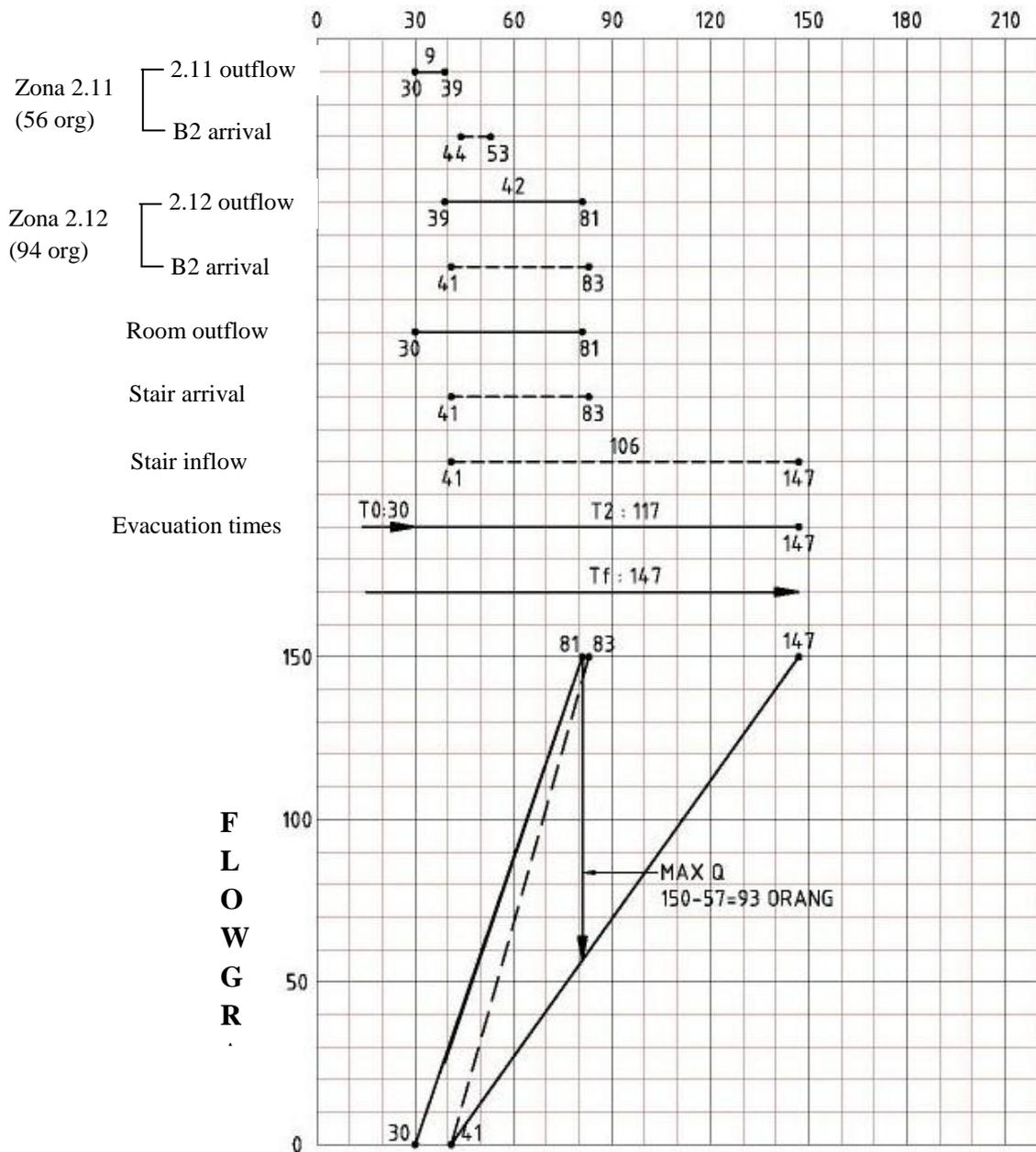


Gambar 4.29 Asumsi Arus Keluar Menuju
Pintu Keluar Lantai 2

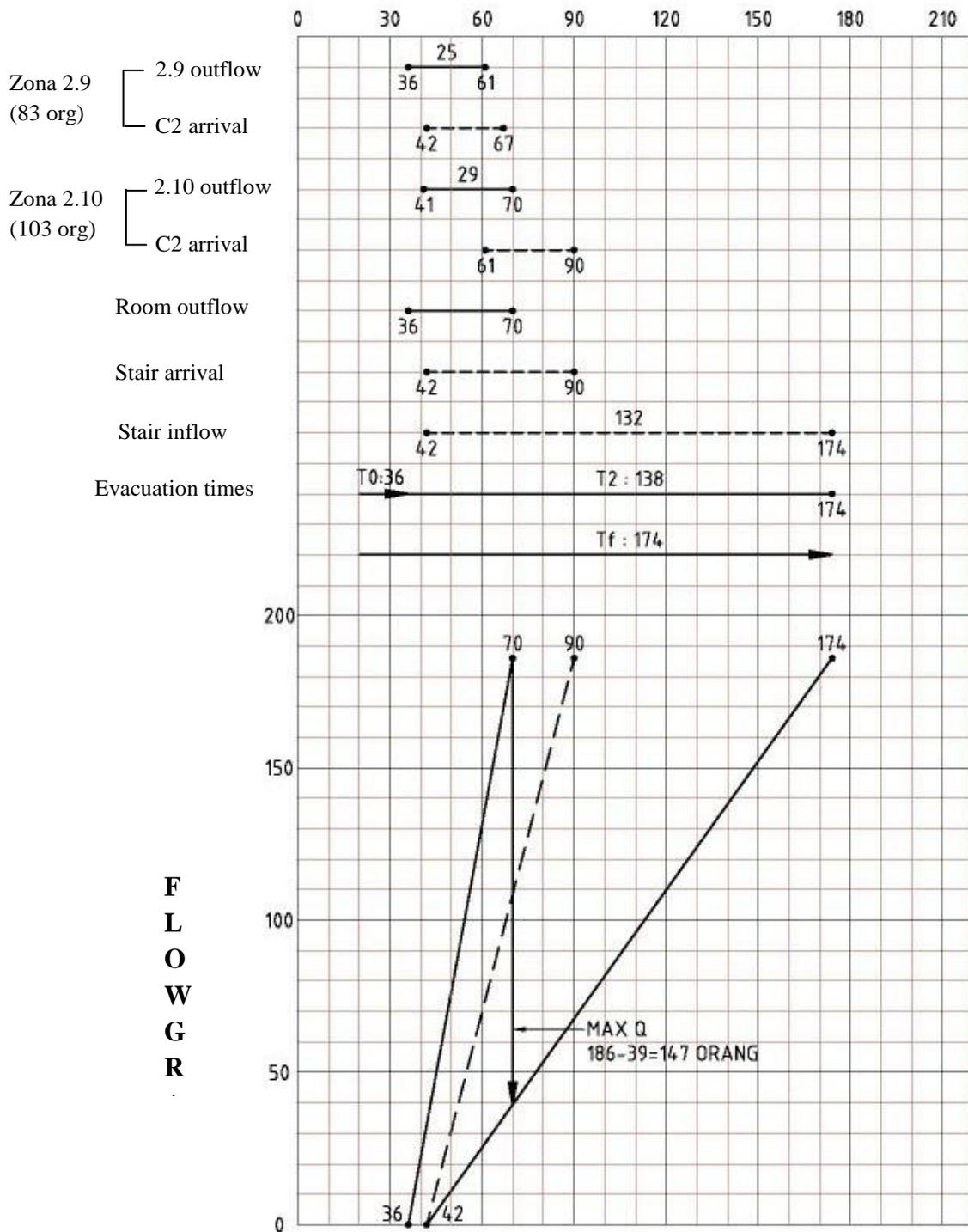
Pembagian zoning pada lantai 2 ditentukan oleh jumlah pintu keluareksisting, jarak penghuni menuju pintu keluar, dan ketinggian retail. Zoning yang sudah ditetapkan tersebut kemudian digunakan untuk memprediksi waktu keluar (*egress time*) dan batas waktu yang disyaratkan (*limit time*) untuk keluar ruangan yang dipengaruhi oleh koridor, kecepatan berjalan, dan waktu maksimum perjalanan penghuni menuju pintu. Berikut tabel evaluasi waktu keluar dari ruangan/ zona lantai 2:



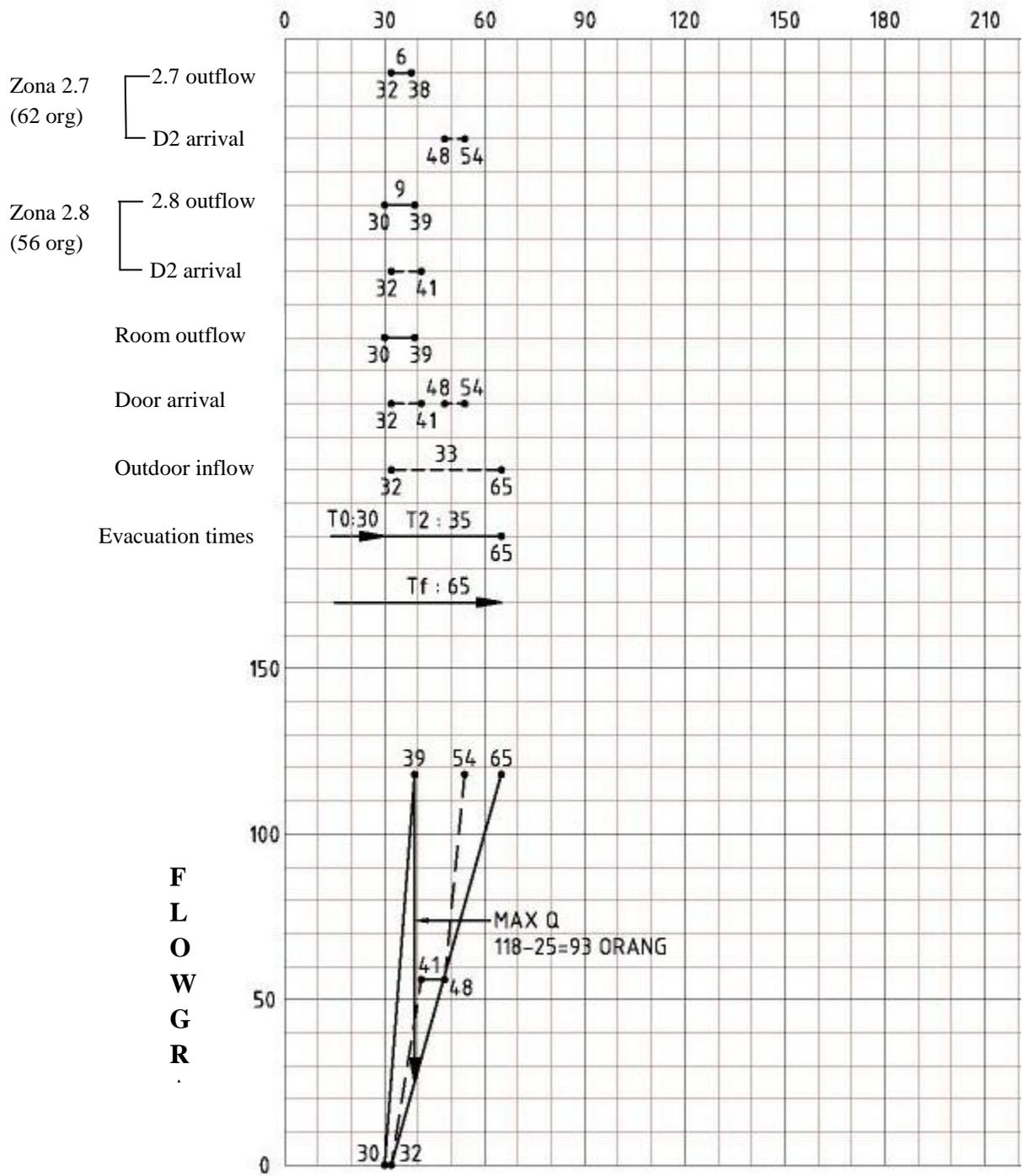
Gambar 4.30 Diagram Arus Rute Keluar Lantai 2



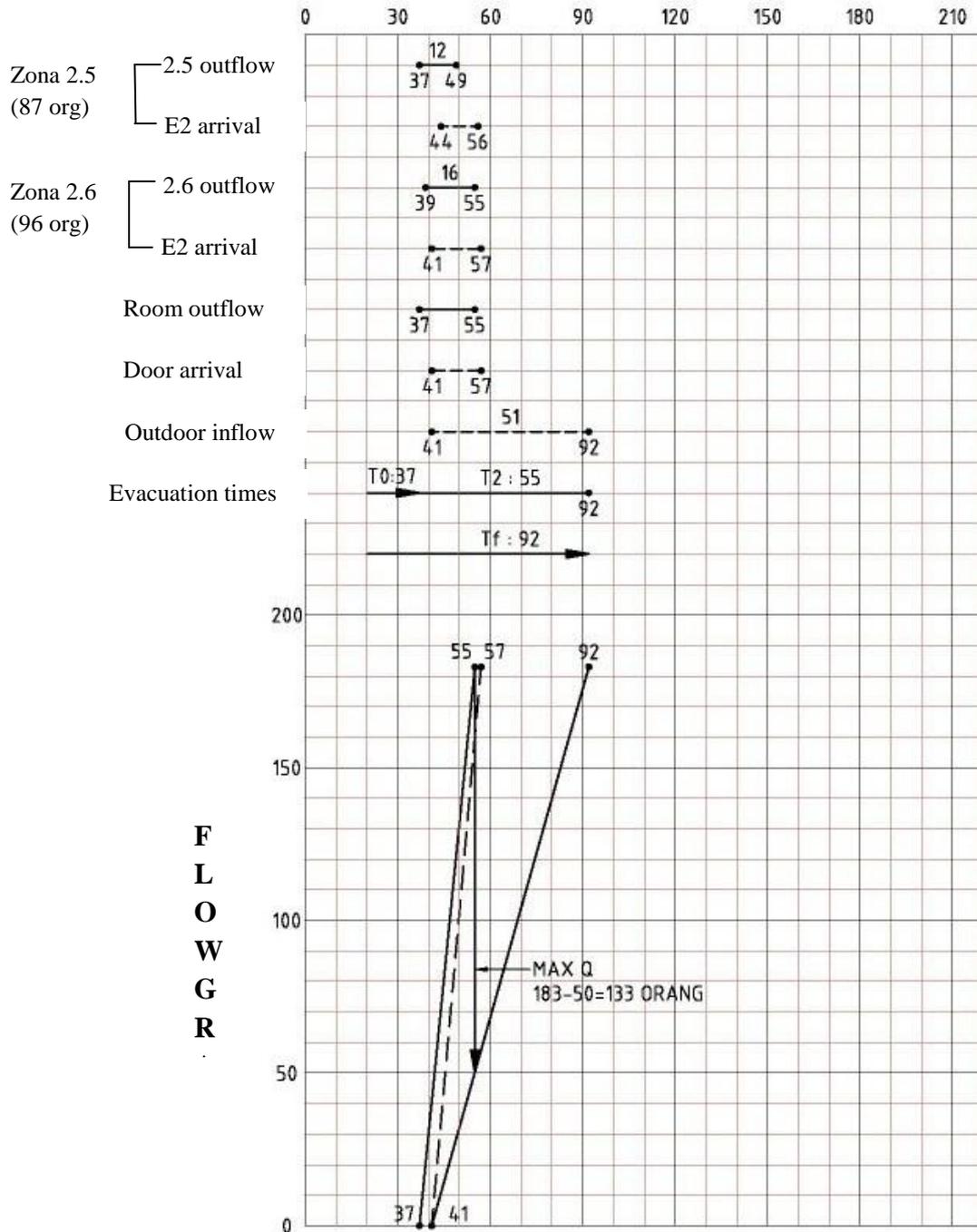
Gambar 4.31 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu B2



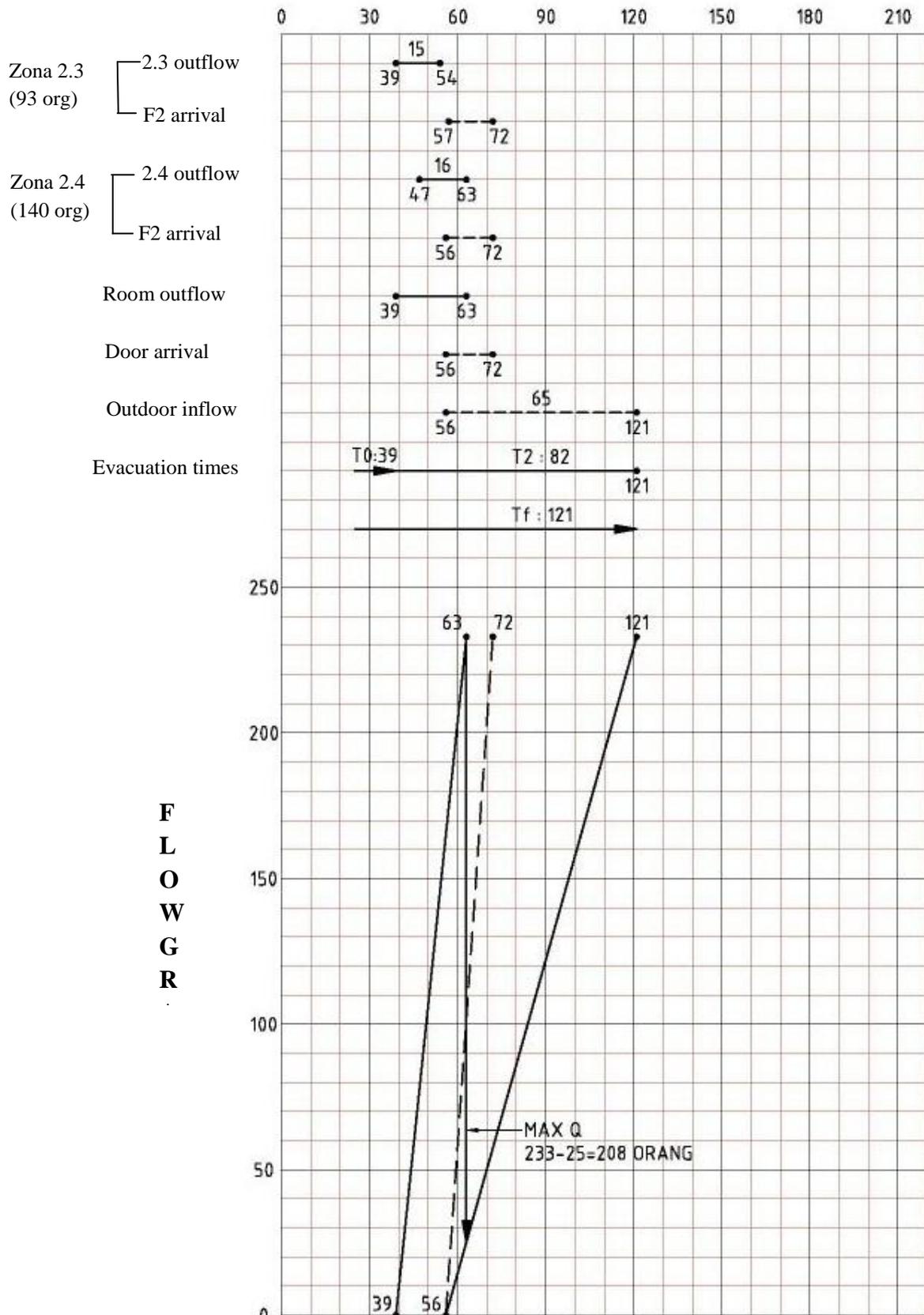
Gambar 4.32 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C2



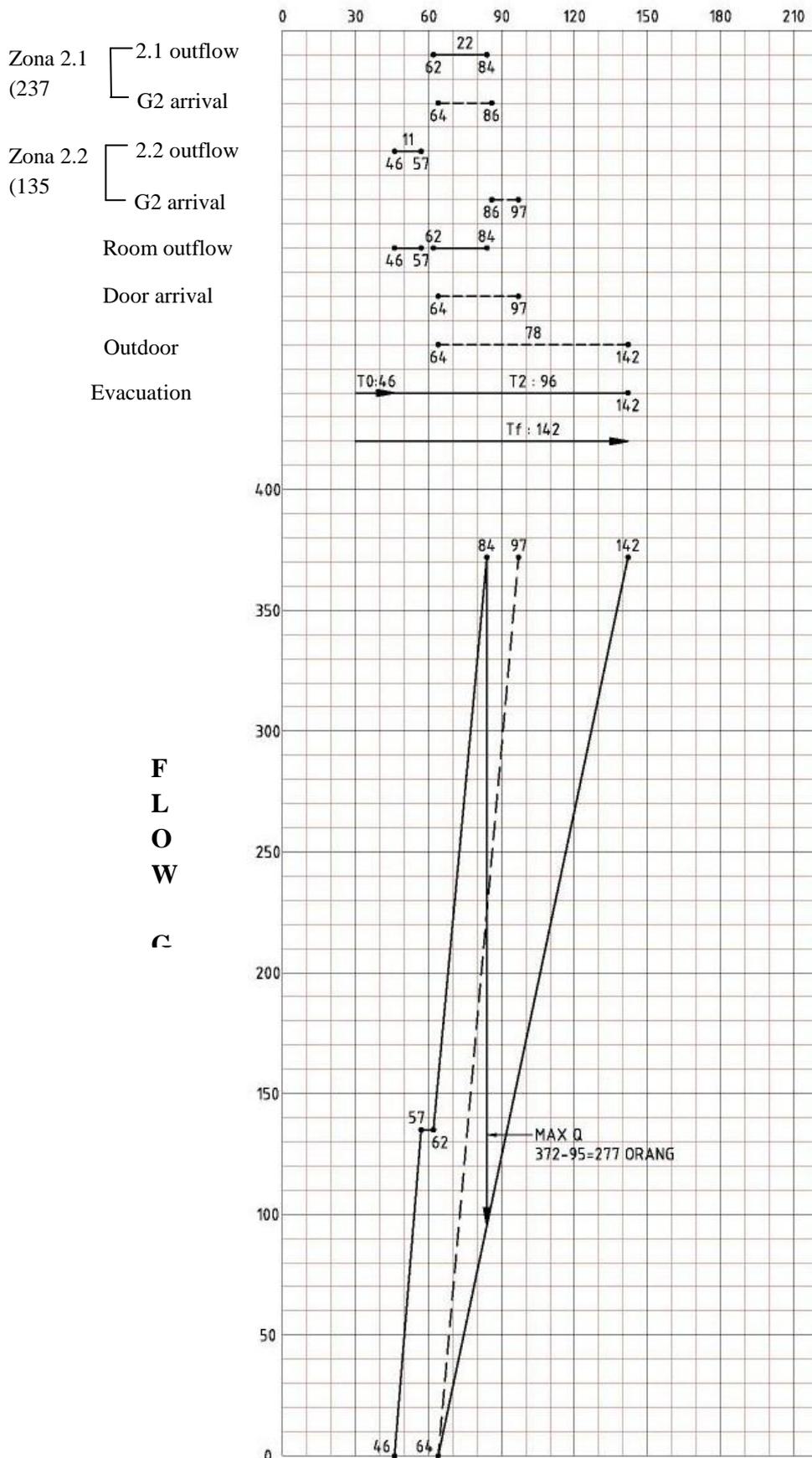
Gambar 4.33 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu D2



Gambar 4.34 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu E2



Gambar 4.35 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu F2



Gambar 4.36 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu G2

Grafik 4.31 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B2 sebanyak 150 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 147 detik. Sebanyak 150 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-30 dan menuju pintu keluar pada detik ke-41. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-41 sampai dengan detik ke-147 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-81 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 93 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.32 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C2 sebanyak 186 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 174 detik. Sebanyak 186 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-36 dan menuju pintu keluar pada detik ke-42. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-42 sampai dengan detik ke-174 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-70 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 147 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.33 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu D2 sebanyak 118 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 65 detik. Sebanyak 118 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-30 dan menuju pintu keluar pada detik ke-32. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-32 sampai dengan detik ke-65 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-39 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 93 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.34 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu E2 sebanyak 182 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 92 detik. Sebanyak 182 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-37 dan menuju pintu keluar pada detik ke-41. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-41 sampai dengan detik ke-92 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-55 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 133 orang, penghuni tersebut

harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.35 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu F2 sebanyak 233 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 121 detik. Sebanyak 233 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-39 dan menuju pintu keluar pada detik ke-56. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-56 sampai dengan detik ke-121 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-63 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 208 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.36 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu G2 sebanyak 372 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 142 detik. Sebanyak 372 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-46 dan menuju pintu keluar pada detik ke-64. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-64 sampai dengan detik ke-142 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-84 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 277 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Tabel 4.2 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 2

	Pintu B2	Pintu C2	Pintu D2	Pintu E2	Pintu F2	Pintu G2
Egress time T2 (dt)	117	138	35	55	82	96
Limit time rT2 ($4\sqrt{A1}$ +koridor)	98	109	77	108	122	154
Judgement $T2 \leq rT2$	Not OK	Not OK	OK	OK	OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	147	174	65	92	121	142
Limit time rTf ($8\sqrt{A1}$ +koridor)	196	218	154	216	244	308
Judgement $Tf \leq rTf$	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Waktu yang diperlukan oleh penghuni pada lantai 2 untuk keluar secara bersamaan dari total lantai dan koridor yang tersedia melebihi batas waktu yang ditentukan. Terdapat dua akses pintu keluar yang melebihi batas waktu yang

disyaratkan, yaitu pintu B2 dan C2. Beberapa aspek yang bisa mempengaruhi *egress time* pada pintu keluar B2 dan C2 adalah jarak terjauh dari pintu keluar, lebar koridor dan lebar pintu keluar. Sehingga solusi yang diambil adalah dengan *relayout* akses keluar penghuni, menambah lebar koridor atau menambah lebar pintu keluar.

Tabel 4.3 Evaluasi Jumlah Antrian Penghuni Maksimum Lantai 2

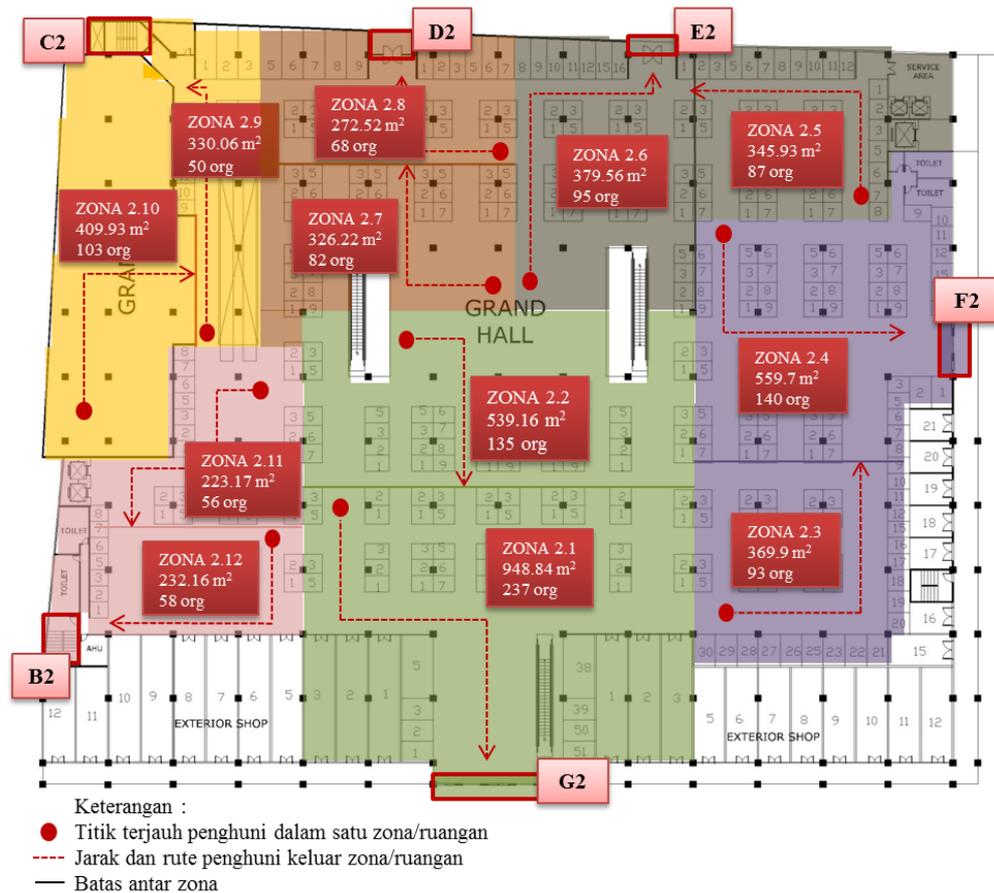
	Pintu B2	Pintu C2	Pintu D2	Pintu E2	Pintu F2	Pintu G2
Max queuing Pm (orang)	93	147	93	133	208	277
Area/orang (m ² /org)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Area yang dibutuhkan Ar (m ²)	26.1	42	25.8	36.9	48.9	74.1
Designed area Ad (m ²)	32.5	20	27	27	60	144
Judgement Ar ≤ Ad	OK	Not OK	OK	Not OK	OK	OK

Area yang tersedia pada masing-masing daerah akses pintu keluar pada lantai 2 ada yang kurang memenuhi persyaratan, yaitu pada area akses pintu keluar C2 dan E2. Solusi yang diambil adalah dengan menambahkan area antri di daerah akses pintu keluar.

4.3.3 Rekomendasi

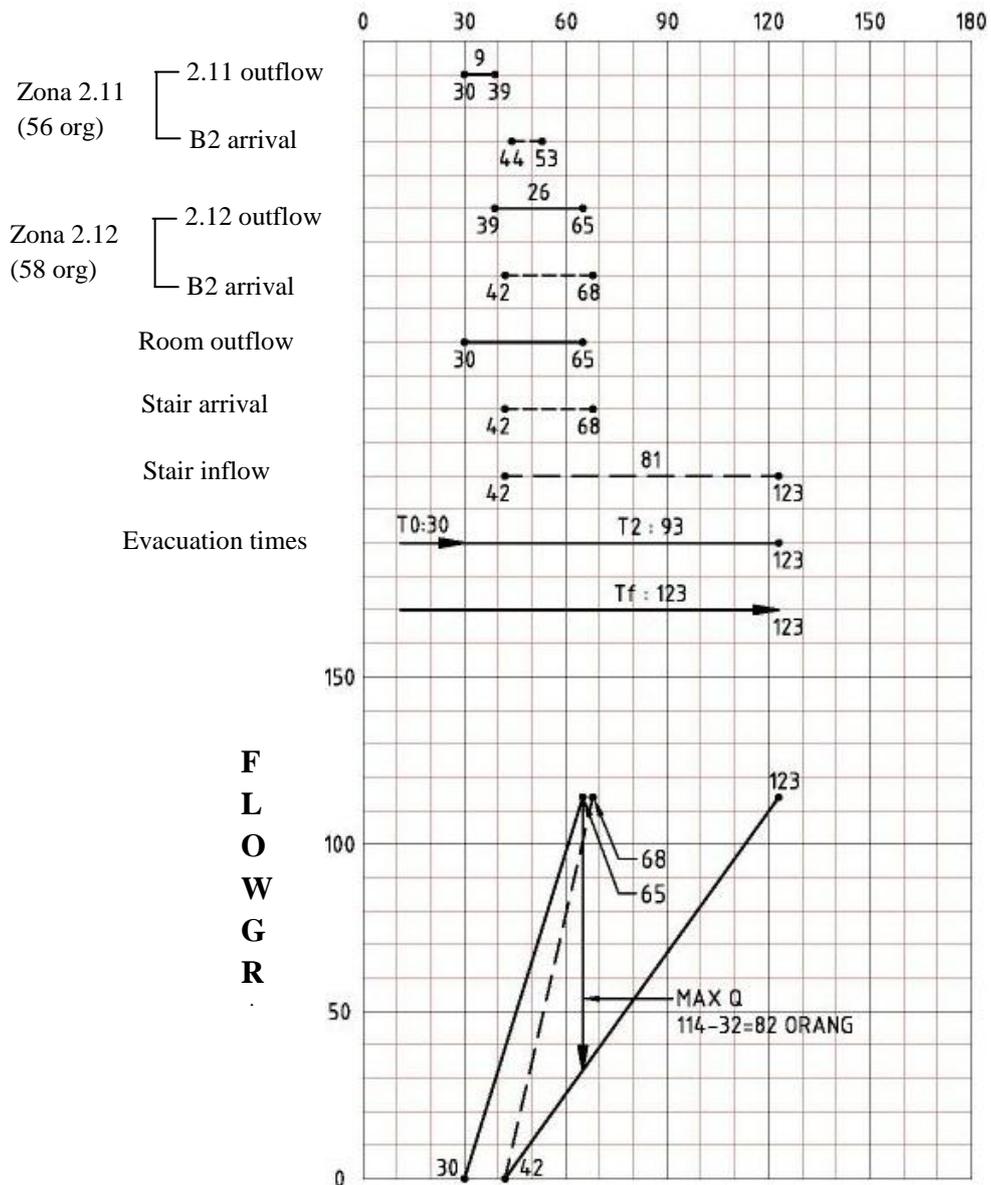
Egress time pada lantai 2 yang melebihi batas waktu keluar adalah pada akses pintu keluar B2 dan C2. Solusi untuk akses pintu B2 adalah mengaktifkan pintu keluar pada retail yang berada di bagian depan (*exterior shop*). Dengan pengaktifan pintu pada retail ini, otomatis jumlah penghuni dan jarak terjauh menuju pintu keluar akan berkurang sehingga *egress time* juga lebih kecil dari batas waktu yang disyaratkan.

Solusi untuk pintu C2 adalah mengalihkan akses sirkulasi pada zona 2.9 ke zona 2.7 dan 2.8. Pengalihan akses sirkulasi ini dipilih karena untuk akses keluar pintu D2 *egress time* setengah lebih cepat dari batas waktu yang disyaratkan. Dengan pengalihan akses sirkulasi menuju pintu D2, otomatis jumlah penghuni yang menggunakan pintu keluar C2 berkurang dan *egress time* lebih cepat dari sebelumnya. Berikut rekomendasi akses sirkulasi pada lantai 2 (gambar 4.37) :



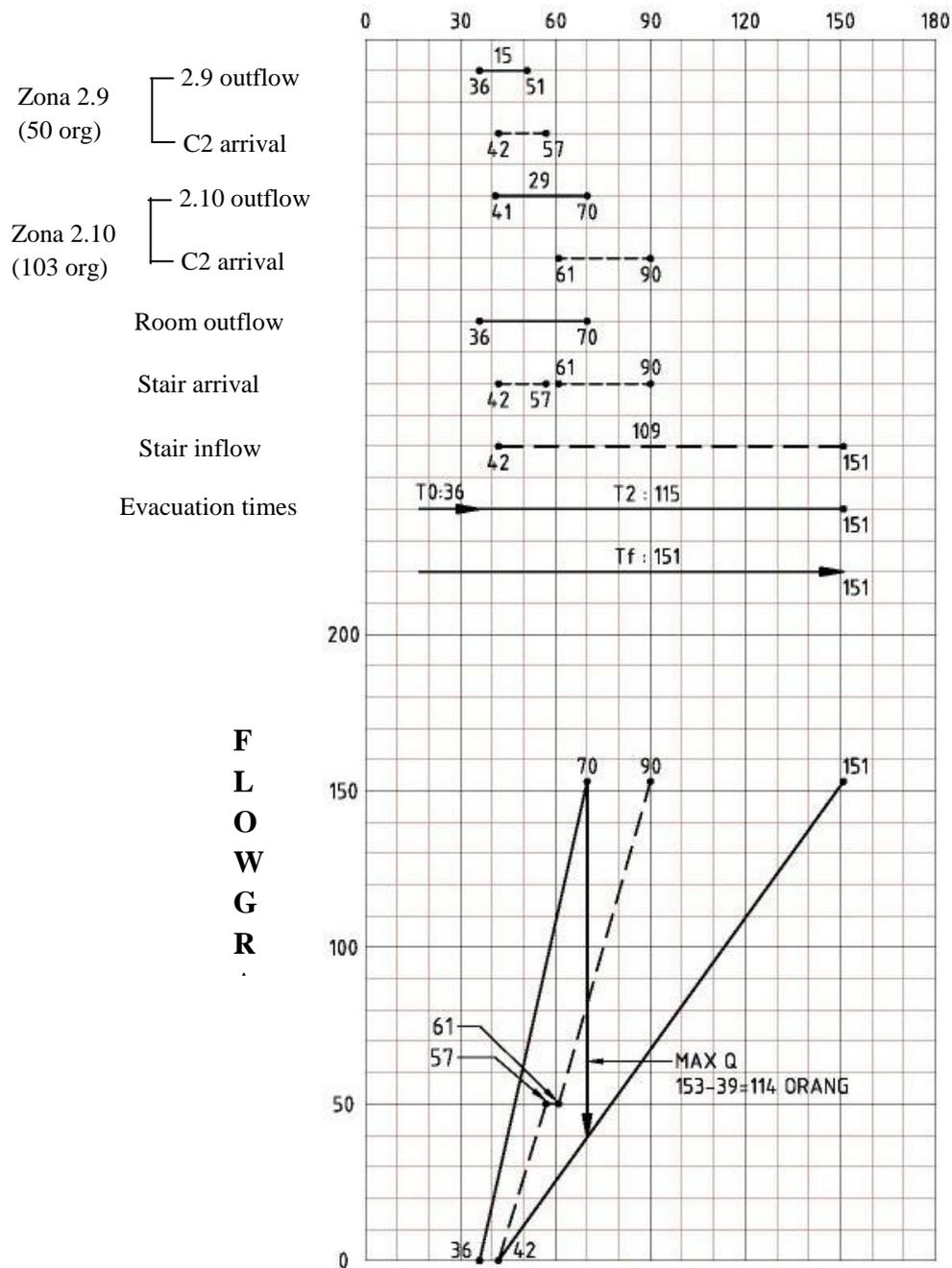
Gambar 4.37 Rekomendasi Zona, Luas dan Kapasitas Lantai 2

Setelah dilakukan rekomendasi, luas dan kapasitas zona 2.12 berkurang, begitu juga dengan zona 2.9. Sehingga jumlah penghuni yang keluar melewati pintu B2 dan C2 berkurang. Berikut grafik waktu dan aliran keluar penghuni ke masing-masing pintu pada lantai 2 :



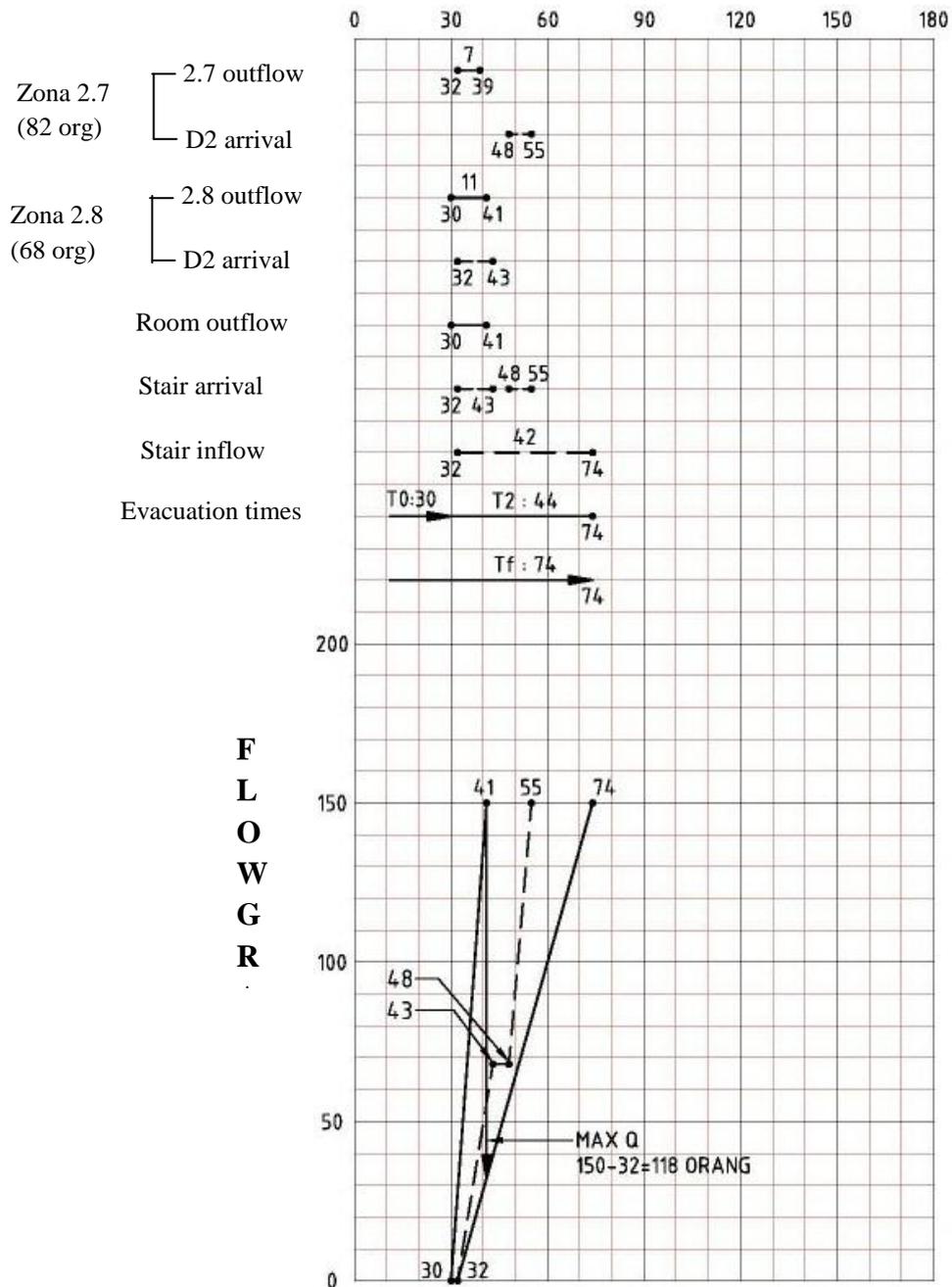
Gambar 4.38 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu B2 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B2 setelah dilakukan rekomendasi dengan mengaktifkan pintu *outdoor shop*. Sebanyak 114 orang penghuni yang keluar melewati pintu B2 memerlukan waktu selama 123 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu B2 pada detik ke-30, dan mulai masuk pintu B2 pada detik ke-42 sampai dengan detik ke-123 detik. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-65 terjadi penumpukan penghuni di area pintu B2 sebanyak 82 orang.



Gambar 4.39 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C2 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C2 setelah dilakukan rekomendasi dengan mengalihkan arus sebagian penghuni ke pintu D2. Sebanyak 153 orang penghuni yang keluar melewati pintu C2 memerlukan waktu selama 151 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 109 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu C2 pada detik ke-36, dan mulai masuk pintu C2 pada detik ke-42 sampai dengan detik ke-151 detik. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-70 terjadi penumpukan penghuni di area pintu C2 sebanyak 114 orang.



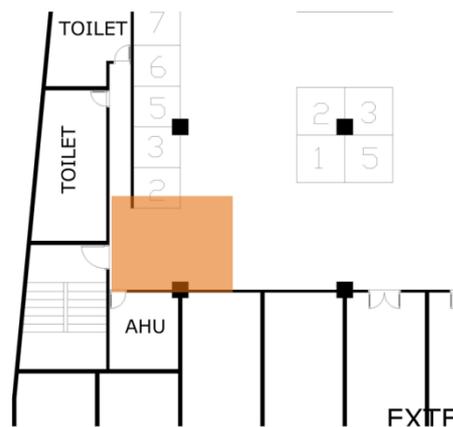
Gambar 4.40 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu D2 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu D2 setelah dilakukan rekomendasi dari pengalihan arus sebagian penghuni dari pintu C2. Sebanyak 150 orang penghuni yang keluar melewati pintu D2 memerlukan waktu selama 74 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 77 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu D2 pada detik ke-30, dan mulai masuk pintu D2 pada detik ke-32 sampai dengan detik ke-74 detik. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-41 terjadi penumpukan penghuni di area pintu D2 sebanyak 118 orang.

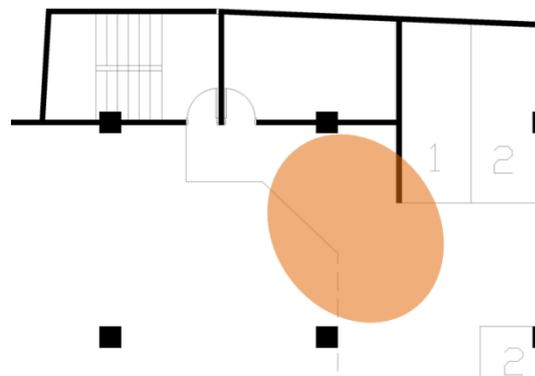
Tabel 4.4 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 2 (Rekomendasi)

	Pintu B2	Pintu C2	Pintu D2	Pintu E2	Pintu F2	Pintu G2
Egress time T2 (dt)	93	115	44	55	82	96
Limit time rT2 ($4\sqrt{A1}$ +koridor)	98	109	77	108	122	154
Judgement $T2 \leq rT2$	OK	Not OK	OK	OK	OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	123	151	74	92	121	142
Limit time rTf ($8\sqrt{A1}$ +koridor)	196	218	154	216	244	308
Judgement $Tf \leq rTf$	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Egress time pada pintu C2 setelah dilakukan pengalihan akses sirkulasi masih melebihi batas waktu yang disyaratkan, namun selisih waktu tidak terlalu banyak, hanya 6 detik lebih banyak dari batas waktu yang disyaratkan.



Gambar 4.41 Rekomendasi Penambahan Lebar Koridor Menuju Pintu B2



Gambar 4.42 Rekomendasi Penambahan Lebar koridor Menuju Pintu C2

Aksesibilitas untuk evakuasi penyandang disabilitas pada bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square ini belum tersedia. Dalam SNI 03-1746-2000 bangunan yang mempunyai akses tangga darurat harus menyediakan ruangan untuk menampung satu kursi roda untuk setiap 200 orang penghuni. Lantai 2 terdapat dua akses tangga darurat yang digunakan yaitu tangga B dan tangga C. Tangga B digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 114 orang, sedangkan tangga C digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 153 orang. Sehingga masing-masing pada tangga darurat dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung satu kursiroda dengan lebar 90 cm.

4.4 Lantai 3

4.4.1 Analisa Sirkulasi Evakuasi

Lantai 3 bangunan Malang Town Square memiliki sarana jalan keluar sebanyak lima pintu, dua pintu merupakan *side entrance*, tiga pintu lain adalah *emergency exit* (pintu darurat). Terdapat beberapa tenant yang memiliki ruangan sendiri, sehingga pada lantai 3 dibagi menjadi sepuluh zona dan dibagi menjadi lima bagian sesuai dengan jumlah sarana pintu keluar.

Secondary entrance lantai 3 bangunan ini berada di belakang bangunan sebanyak dua buah pintu dengan jarak antar pintu yang satu dengan yang lain adalah 21.3 meter. Jenis pintu tersebut merupakan pintu manual dengan dua buah daun pintu, lebar pintu tersebut adalah 2.4 meter (gambar 4.43 dan gambar 4.44).



Gambar 4.43 Secondary Entrance dari Gedung Parkir Lantai 3 (pintu D3)



Gambar 4.44 Secondary Entrance dari Gedung Parkir Lantai 3 (pintu E3)

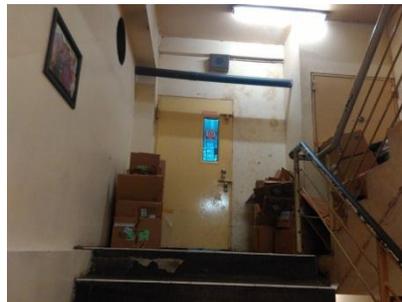
Secondary entrance pada lantai 3 yang langsung menuju ke gedung parkir ini dapat digunakan untuk sarana jalur evakuasi sesuai yang dipersyaratkan pada PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008. Penghuni yang keluar menuju gedung parkir ini diasumsikan sudah aman dari bahaya, untuk evakuasi selanjutnya mengikuti instruksi dari petugas yang berwenang.

Emergency exit (pintu darurat) pada lantai 3 terletak disisi kanan dan kiri bangunan. Disisi kanan bangunan sebanyak dua buah pintu, masing-masing terletak di sisi barat laut bagian depan dan belakang bangunan. Sedangkan disisi kiri bangunan terdapat satu pintu darurat yang dikhususkan untuk tenant Matahari *Departement Store*. Pintu darurat tersebut dari jenis engsel sisi atau pintu ayun yang dapat terbuka secara penuh dengan masing-masing lebar pintu adalah 0,94 meter (gambar 4.45).



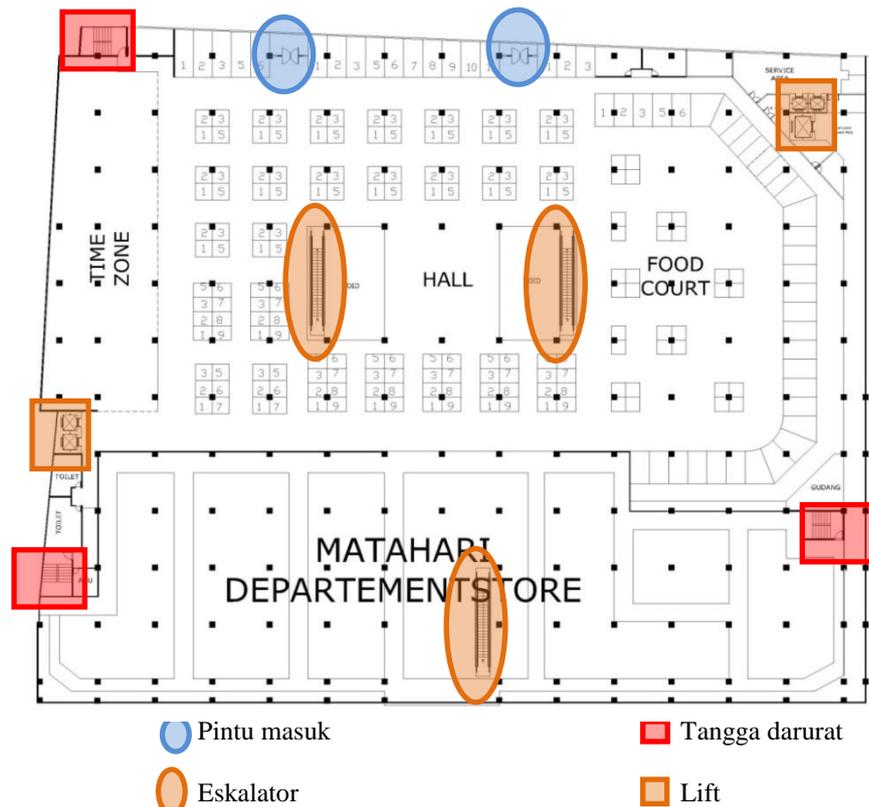
Gambar 4.45 Pintu Darurat Lantai 3 (pintu B3)

Tangga darurat A pada lantai 3 dan 4 dikhususkan untuk jalur evakuasi tenant Matahari Departement Store. Tangga darurat ini mempunyai dimensi anak tangga 1,58 m x 0,3 m x 0,18 m dengan dimensi bordes 3,35 m x 1,47 m. Material anak tangga adalah beton dan keramik, utilitas yang ada pada tangga darurat ini hanya lampu darurat, sedangkan hit detector tidak ada. Pada tangga darurat yang ada di bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square tidak menyediakan tempat berlindung untuk aksesibilitas penyandang cacat atau difabel. Sehingga perlu ditambahkan disetiap pintu darurat untuk proses evakuasi (gambar 4.46).



Gambar 4.46 Tangga Darurat A Lantai 3

Tangga darurat A yang dikhususkan untuk tenant Matahari departement Store banyak sekali kardus-kardus bekas yang berada di bordes-bordes tangga, terdapat gambar yang digantung pada dinding tangga darurat (gambar 4.x). Kondisi ini dapat mengganggu proses evakuasi saat terjadi kebakaran atau bahaya lainnya. Dalam PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008 tangga darurat harus steril, tidak boleh digunakan untuk gudang, tidak ada sesuatu yang ditempelkan pada dinding, dan tidak terdapat cermin karena dapat menghambat proses evakuasi. Sehingga untuk pengelola pusat perbelanjaan ini harus lebih memperhatikan kondisi sarana sistem evakuasi agar saat dilakukannya evakuasi tidak ada hambatan.



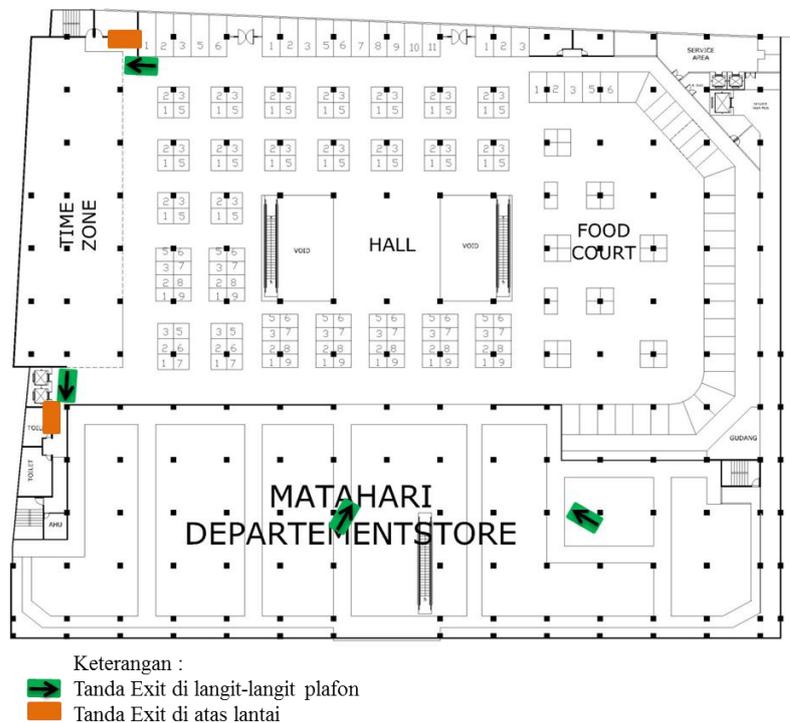
Gambar 4.47 Tata Letak Pintu Masuk, Eskalator, Lift dan Tangga Darurat Lantai 3

Lantai 3 terdiri dari retail kecil dan besar, time zone, food court, dan tenant Matahari Department Store. Retail-retail kecil yang berada dibagian tengah bangunan disusun dalam 4 sampai 8 retail yang dijadikan satu blok. Dimensi retail tersebut adalah 1,75 x 1,75 meter dan 1,5 x 2 meter. Blok retail-retail tersebut disusun membentuk pola ruang grid.

Lantai 3 dapat diakses melalui sirkulasi horisontal dan vertikal. Untuk sirkulasi horisontal melalui pintu belakang (dari gedung parkir) sedangkan untuk sirkulasi vertikal dapat menggunakan eskalator yang berada di tengah bangunan (hall) dan eskalator yang berada pada tenant Matahari *Department Store*. Sirkulasi pada lantai 3 hampir sama dengan sirkulasi lantai 2, yaitu pola sirkulasi grid/ network. Lebar sirkulasi antar blok retail berbeda-beda yaitu 1,5 meter, 2 meter, 2,5 meter, 4 meter dan 4,25 meter. Lebar sirkulasi/ koridor yang berbeda pada lantai 2 ini mempengaruhi proses evakuasi. Dimana lebar koridor diperhitungkan untuk kecepatan penghuni menuju pintu keluar untuk menyelamatkan diri.

Signage atau penanda arah evakuasi pada lantai 3 terdapat pada koridor terdekat menuju pintu darurat dan tenant Matahari. *Signage* yang terdapat pada

tenant Matahari tidak mengarah ke pintu darurat tetapi mengarah ke pintu masuk tenant (retail di dalam bangunan). Ukuran huruf pada *signage* yang kurang dari 20 cm tidak begitu terlihat dari jarak 12 meter seperti yang di syaratkan pada PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008. Rekomendasi signage yang berada di langit-langit ditentukan oleh dua hal, yaitu arah koridor dan tinggi retail. Untuk retail yang ketinggiannya mencapai langit-langit lantai, signage harus terlihat minimal pada satu sisi koridor. Sedangkan untuk retail yang ketinggiannya 1,5 meter, signage diletakkan pada jarak pandang maksimal 30 meter. Berikut letak *signage* pada lantai 3 pusat perbelanjaan Malang Town Square (gambar 4.48) :



Gambar 4.48 Tata Letak Signage Lantai 3



Gambar 4.49 Signage Menuju Pintu Darurat B3 Lantai 3

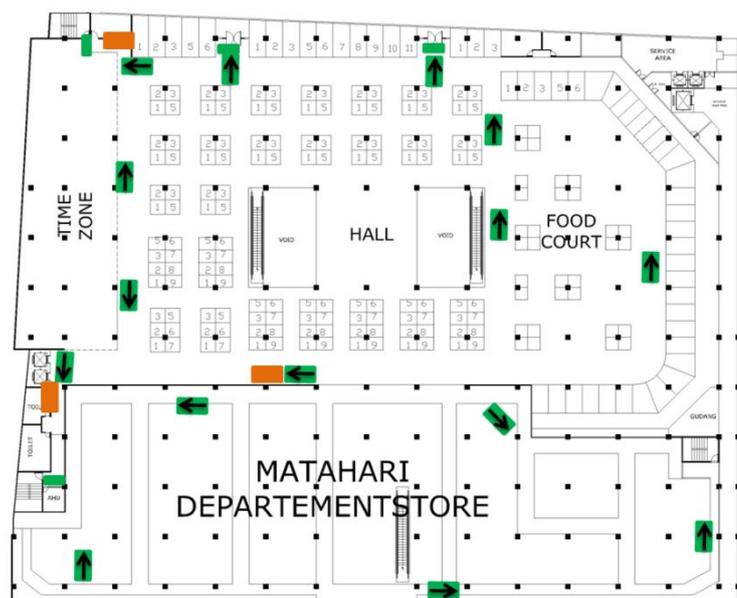


Gambar 4.50 Signage pada Retail Matahari



Gambar 4.51 Signage pada Retail Matahari

Signage pada tenant Matahari tanda arah keluar berupa tulisan dan tanda panah yang dijadikan satu bingkai. *Signage* pada tenant Matahari tidak mengarah ke pintu darurat, melainkan mengarah ke pintu masuk tenant yaitu retail-retail yang berada di dalam bangunan. Hal ini dapat menghambat proses evakuasi karena akan semakin banyak penghuni yang melewati pintu keluar yang lain. Sehingga *signage* pada tenant ini harus diganti dan diarahkan menuju tangga darurat yang disarankan (gambar 4.52).



Keterangan :

- Tanda Exit di langit-langit plafon
- Tanda Exit di atas lantai
- ➔ Signage dengan tanda arah

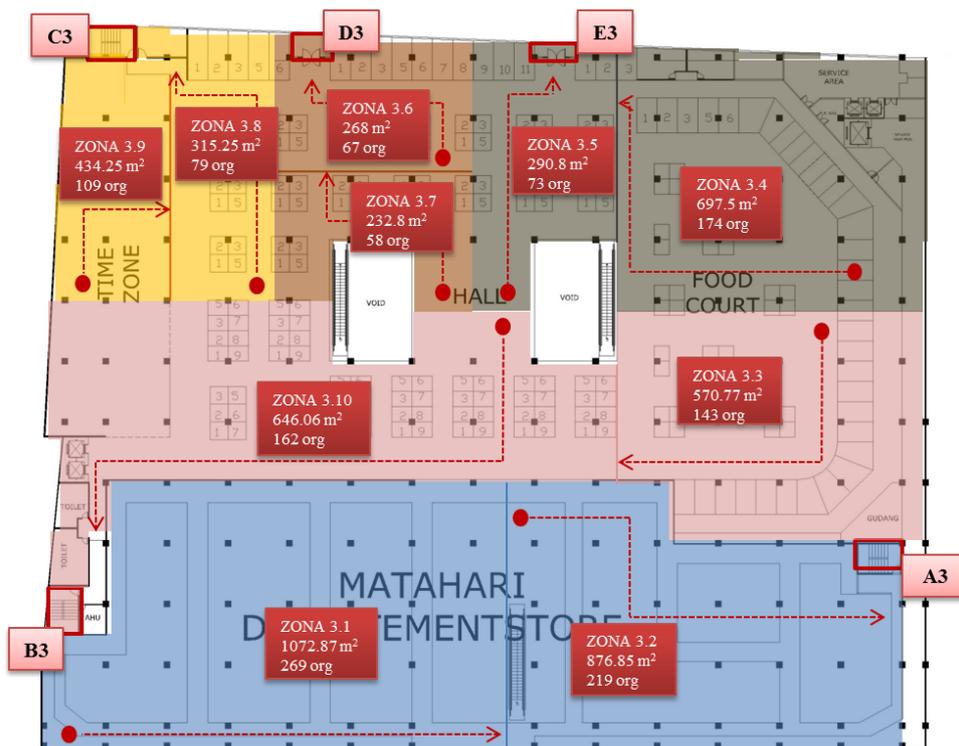
Gambar 4.52 Rekomendasi Tata Letak Signage Lantai 3

Rekomendasi *signage* yang berada di langit-langit ditentukan oleh dua hal, yaitu arah koridor dan tinggi retail. Untuk retail yang ketinggiannya mencapai langit-langit lantai, *signage* harus terlihat minimal pada satu sisi koridor. Sedangkan untuk retail yang ketinggiannya 1,5 meter, *signage* diletakkan pada jarak pandang maksimal 30 meter.

4.4.2 Prediksi waktu keluar

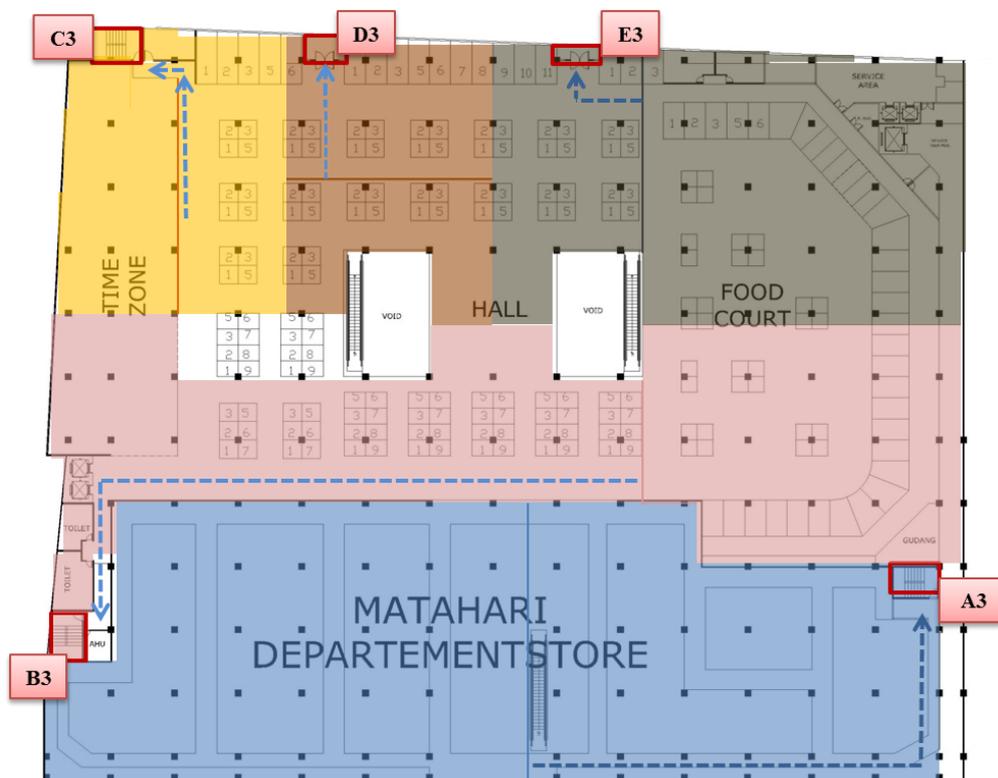
Lantai 3 pada objek penelitian ini yang memiliki lima sarana pintu keluar dibagi menjadi sepuluh zona, masing-masing sarana jalan keluar digunakan untuk dua zona. Sarana jalan keluar yang digunakan untuk zona 3.1 dan 3.2 adalah pintu A3 (*emergency exit*) di sisi tenggara (samping kiri) bangunan, zona 3.4 dan 3.5 adalah pintu E3 (*side entrance*) di sisi timur laut (belakang) bangunan sebelah kiri, zona 3.6 dan 3.7 adalah pintu D3 (*side entrance*) di sisi timur laut (belakang) bangunan sebelah kanan, zona 3.8 dan 3.9 adalah pintu C3 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian belakang bangunan, dan zona 3.3 dan 3.10 adalah pintu B3 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian depan bangunan.

Zona 3.1 memiliki luas 1072.87 m² dengan jumlah penghuni 269 orang dan jarak terjauh 44 meter, zona 3.2 memiliki luas 876.85 m² dengan jumlah penghuni 219 orang dan jarak terjauh 47 meter, zona 3.3 memiliki luas 570.77 m² dengan jumlah penghuni 143 orang dan jarak terjauh 36 meter, zona 3.4 memiliki luas 697.5 m² dengan jumlah penghuni 174 orang dan jarak terjauh 37 meter, zona 3.5 memiliki luas 290.8 m² dengan jumlah penghuni 73 orang dan jarak terjauh 25 meter, zona 3.6 memiliki luas 268 m² dengan jumlah penghuni 67 orang dan jarak terjauh 23 meter, zona 3.7 memiliki luas 232.8 m² dengan jumlah penghuni 58 orang dan jarak terjauh 25 meter, zona 3.8 memiliki luas 315.25 m² dengan jumlah penghuni 79 orang dan jarak terjauh 36 meter, zona 3.9 memiliki luas 434.25 m² dengan jumlah penghuni 109 orang dan jarak terjauh 30 meter, dan zona 3.10 memiliki luas 646.06 m² dengan jumlah penghuni 162 orang dan jarak terjauh 67 meter. Berikut zonasi luas, kapasitas dan arus keluar ruangan pada lantai 3:



- Keterangan :
- Titik terjauh penghuni dalam satu zona/ruangan
 - Jarak dan rute penghuni keluar zona/ruangan
 - Batas antar zona

Gambar 4.53 Zona, Luas dan Kapasitas Lantai 3



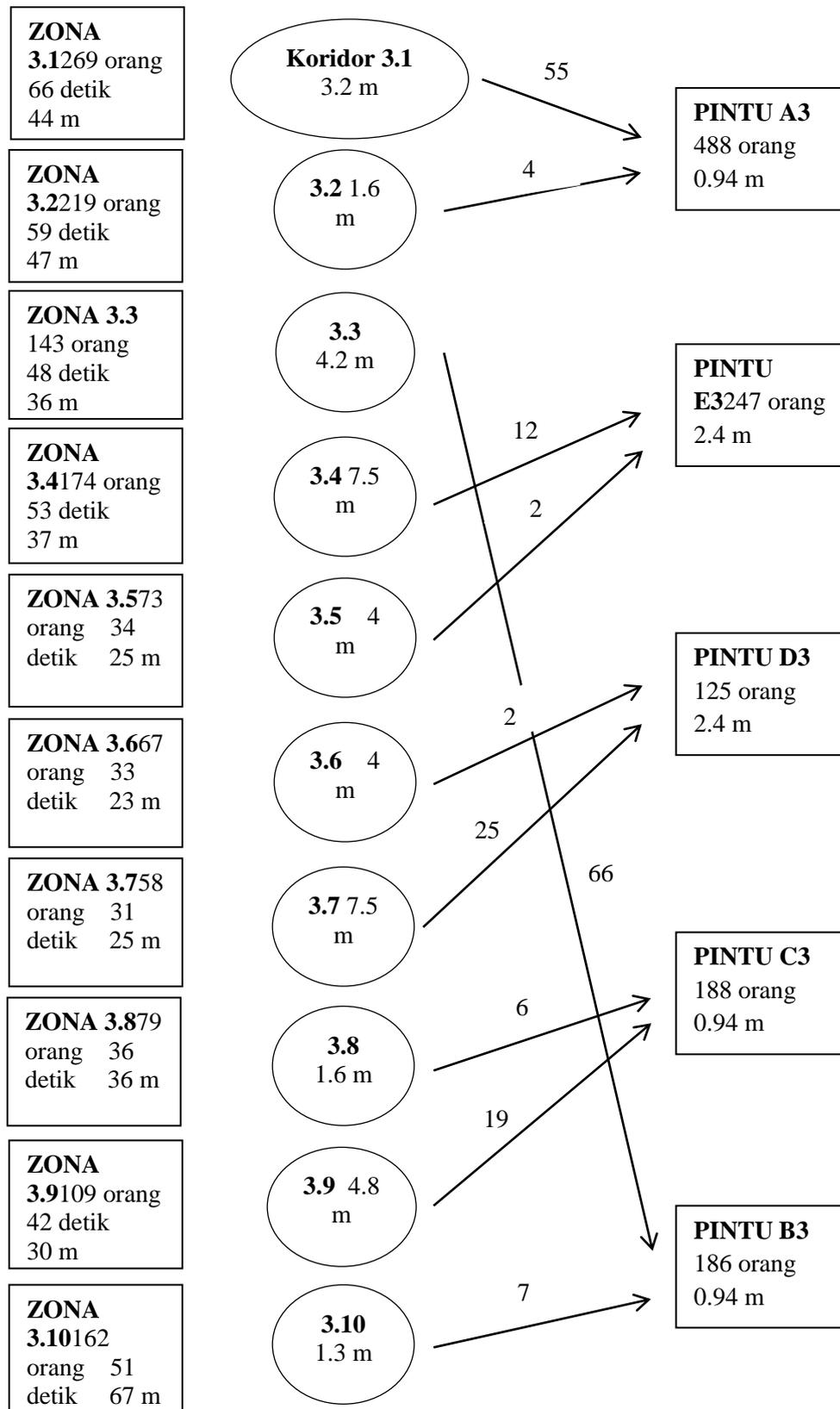
- Keterangan :
- Arus menuju pintu keluar
 - Batas antar zon:

Gambar 4.54 Asumsi Arus Keluar Menuju Pintu Keluar Lantai 3

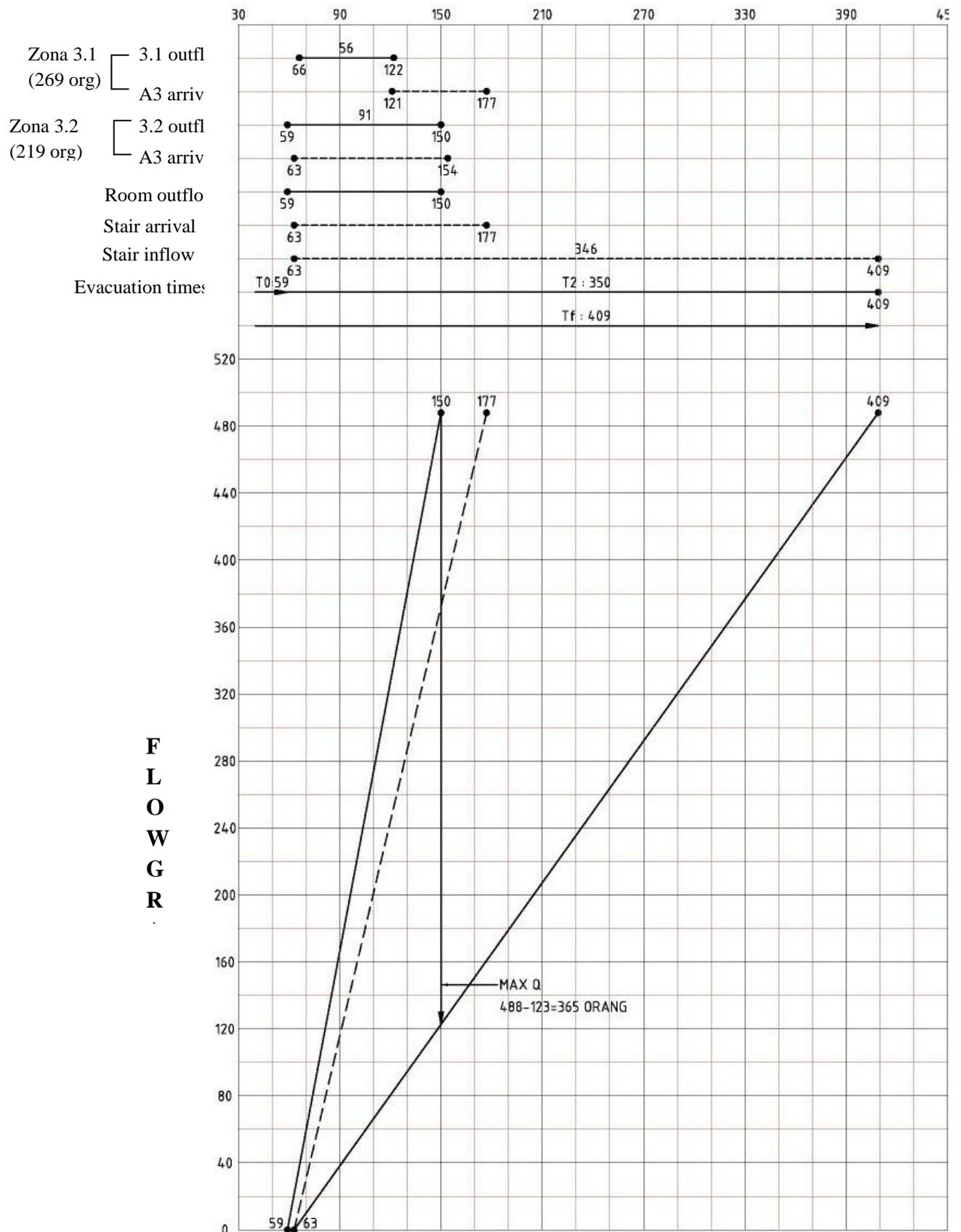
Pembagian zoning pada lantai 3 ditentukan oleh jumlah pintu keluar *eksisting*, jarak penghuni menuju pintu keluar, dan ketinggian retail. Zoning yang sudah ditetapkan tersebut kemudian digunakan untuk memprediksi waktu keluar (*egress time*) dan batas waktu yang disyaratkan (*limit time*) untuk keluar ruangan yang dipengaruhi oleh koridor, kecepatan berjalan, dan waktu maksimum perjalanan penghuni menuju pintu. Asumsi arus keluar penghuni menuju pintu keluar digunakan untuk menghitung jumlah antrian di area sekitar pintu keluar/ tangga darurat. Berikut tabel evaluasi, diagram arus rute keluar serta grafik waktu dan aliran penghuni di ruangan/ zona lantai 3 :

Tabel 4.5 Evaluasi Waktu Keluar dari Ruangan/ Zona Lantai 3

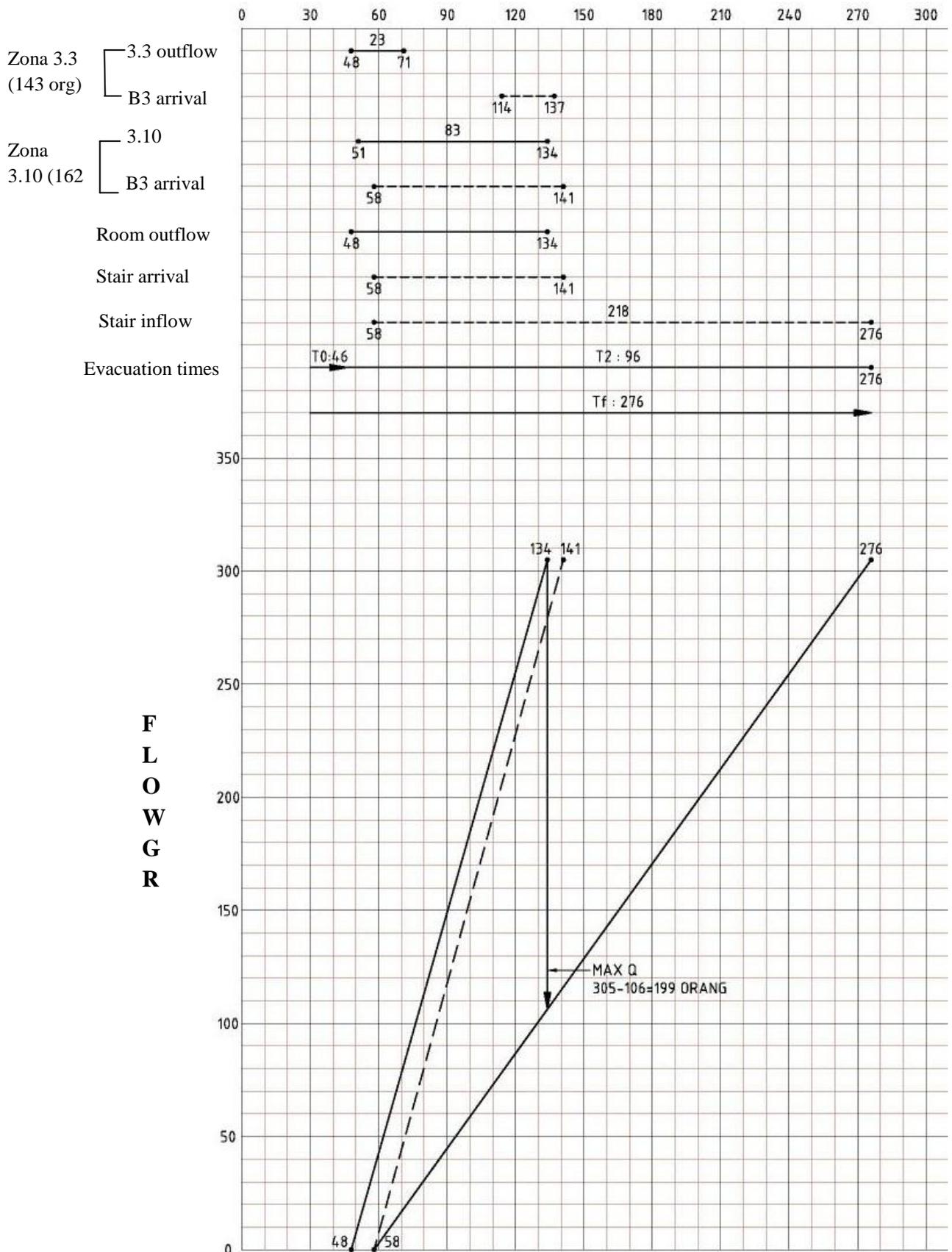
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
Luas area (A1) m ²	1072.87	876.85	570.77	697.5	290.8	268	232.8	315.25	434.25	646.06
Density (p) (org/m ²)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Jumlah penghuni (org)	269	219	143	174	73	67	58	79	109	162
Total lebar pintu/kotidor (W1)	2x1.6 = 3.2	1x1.6 = 1.6	1x4.2 = 4.2	3x2.5 = 7.5	1x4 = 4	1x4 = 4	3x2.5 = 7.5	1x1.6 = 1.6	2x2.4 = 4.8	1x1.3 = 1.3
Lebar pintu/koridor yang digunakan (Wa)	3.2	1.6	4.2	7.5	4	4	7.5	1.6	4.8	1.3
Waktu sampai ke pintu/koridor (t11) (P/NWa)	56.04	91.25	22.7	15.47	12.17	11.17	5.16	32.92	15.14	83.08
Max travel time to door t12 (Lx+y/V)	34.15	36.54	27.28	28.46	25.31	22.66	24.73	36	22.94	66.8
Egress time T1 (large one t11 and t12)	56.04	91.25	27.28	28.46	25.31	22.66	24.73	36	22.94	83.08
Limit time rT1 (2√A1)	65.51	59.22	47.78	52.82	34.11	32.74	30.52	35.51	41.68	50.84
Judgement (T1≤rT1)	OK	Not OK	OK	OK	OK	OK	OK	Not OK	OK	Not OK



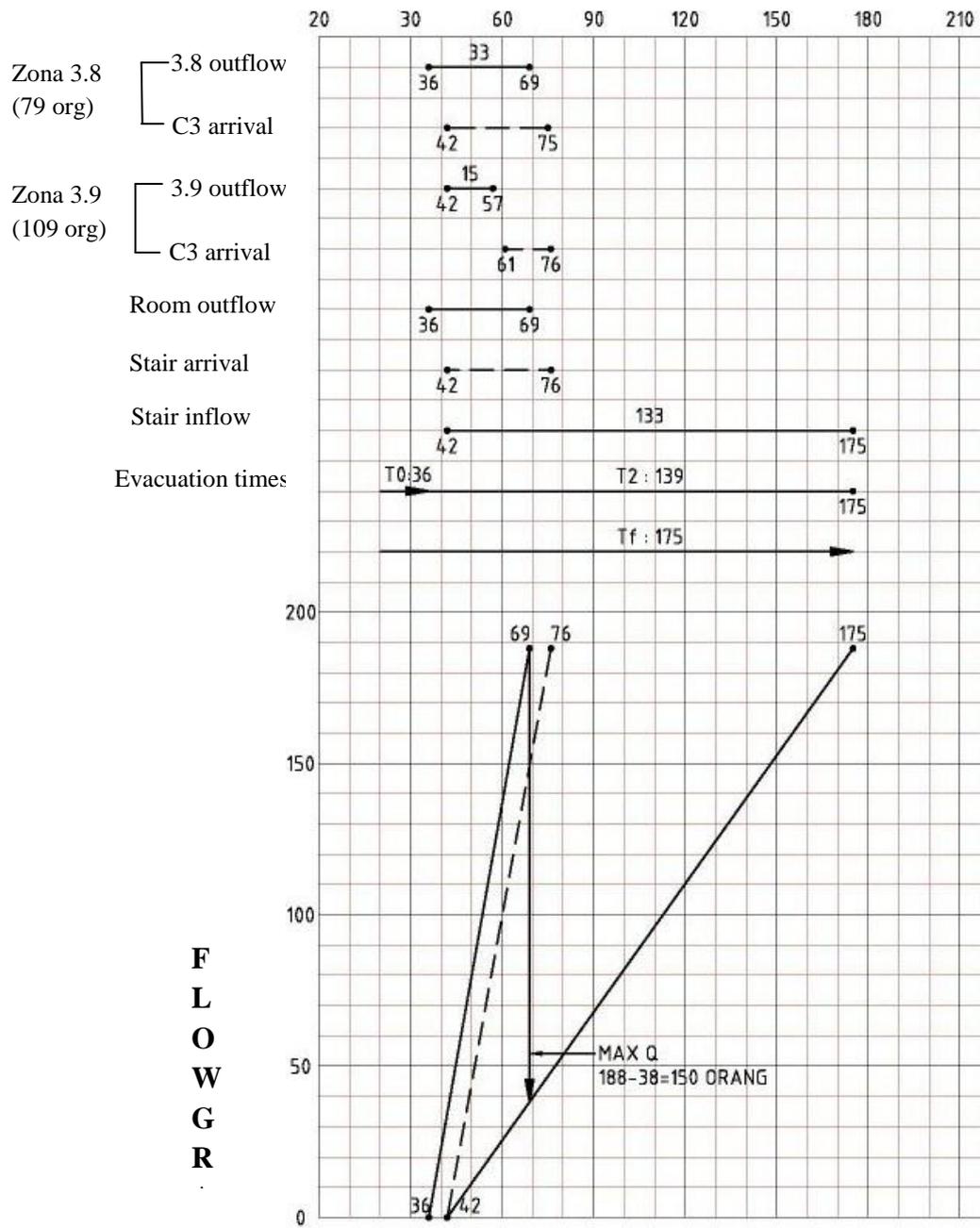
Gambar 4.55 Diagram Arus Rute Keluar Lantai 3



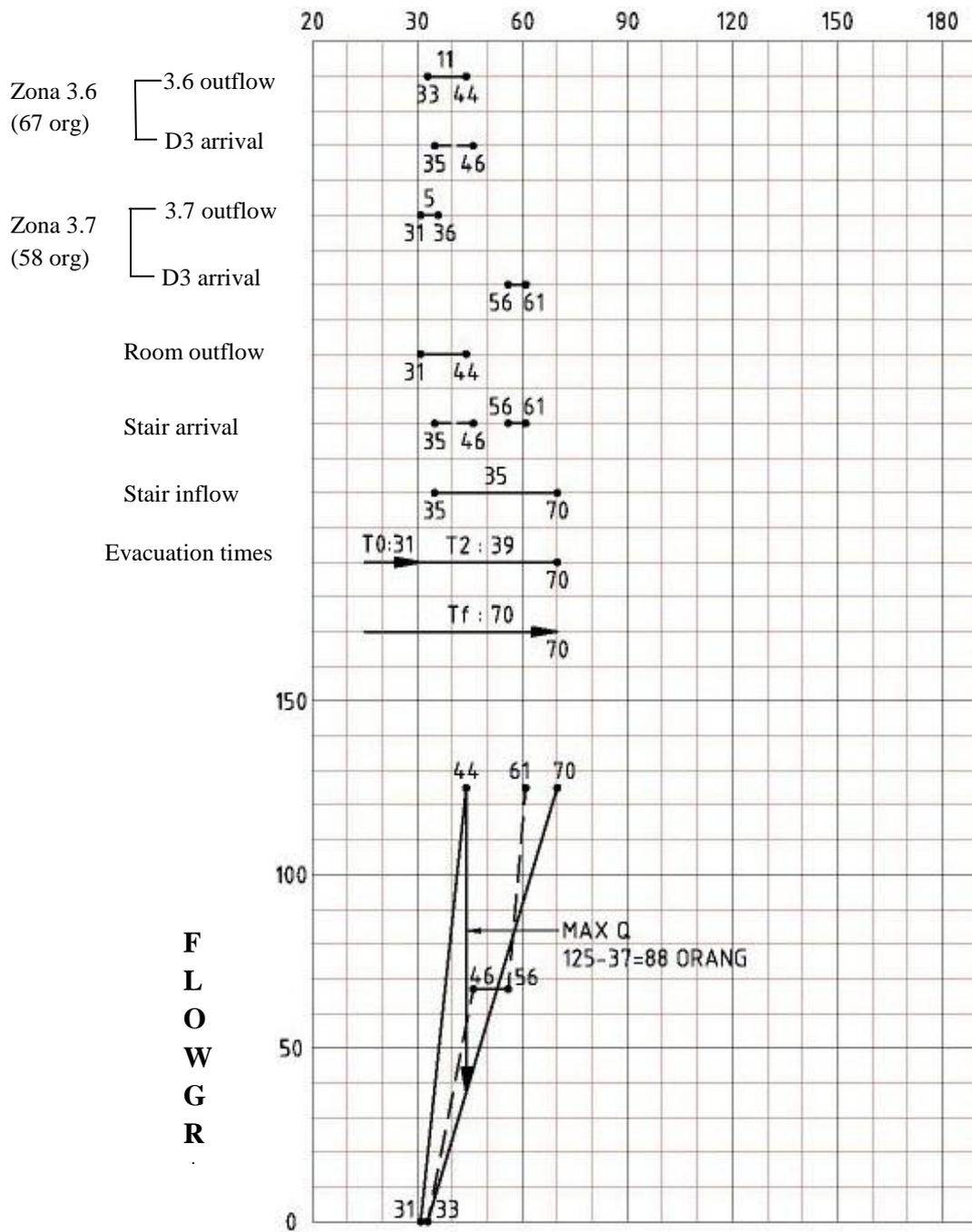
Gambar 4.56 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu A3



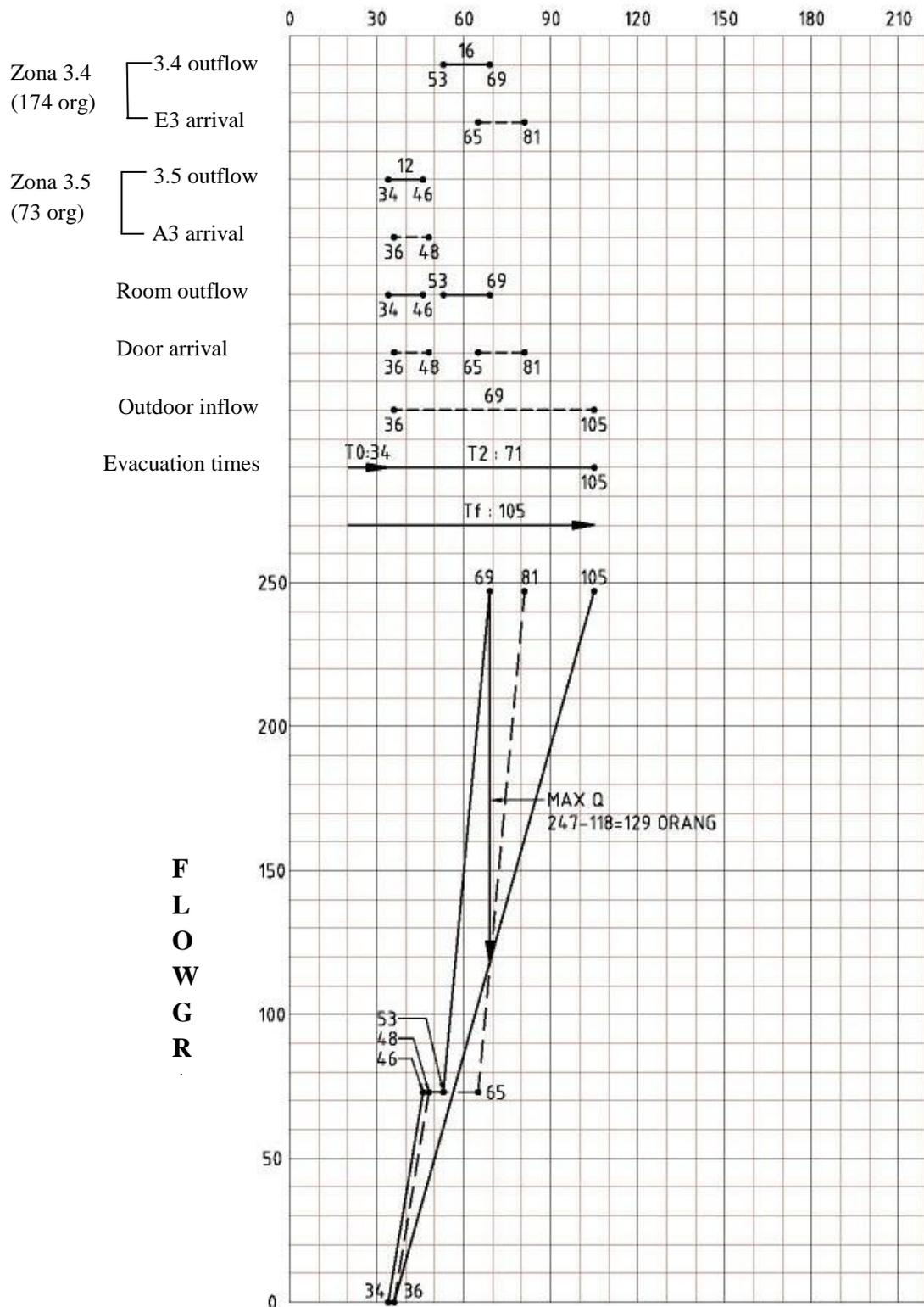
Gambar 4.57 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu B3



Gambar 4.58 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C3



Gambar 4.59 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu D3



Gambar 4.60 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu E3

Grafik 4.56 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu A3 sebanyak 488 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 409 detik. Sebanyak 488 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-59 dan menuju pintu keluar pada detik ke-63. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-63 sampai dengan detik ke-409 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-150 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 365 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.57 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B3 sebanyak 186 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 276 detik. Sebanyak 186 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-48 dan menuju pintu keluar pada detik ke-58. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-58 sampai dengan detik ke-276 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-134 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 199 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.58 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C3 sebanyak 188 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 175 detik. Sebanyak 188 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-36 dan menuju pintu keluar pada detik ke-42. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-42 sampai dengan detik ke-175 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-69 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 150 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.59 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu D3 sebanyak 125 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 70 detik. Sebanyak 125 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-31 dan menuju pintu keluar pada detik ke-35. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-35 sampai dengan detik ke-70 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-44 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 88 orang, penghuni tersebut harus

melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.60 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu E3 sebanyak 247 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 105 detik. Sebanyak 247 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-34 dan menuju pintu keluar pada detik ke-36. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-36 sampai dengan detik ke-105 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-69 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 129 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Tabel 4.6 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 3

	Pintu A3	Pintu B3	Pintu C3	Pintu D3	Pintu E3
Egress time T2 (dt)	350	228	139	39	71
Limit time rT2 (4√A1+koridor)	177	140	110	90	126
Judgement T2≤rT2	Not OK	Not OK	Not OK	OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	409	276	175	70	105
Limit time rTf (8√A1+koridor)	354	280	220	180	252
Judgement Tf≤rTf	Not OK	OK	OK	OK	OK

Waktu yang diperlukan oleh penghuni pada lantai 3 untuk keluar secara bersamaan dari total lantai dan koridor yang tersedia melebihi batas waktu yang ditentukan. Terdapat tiga akses pintu keluar yang melebihi batas waktu yang disyaratkan, yaitu pintu A3, B3 dan C3. Selisih *egress time* dengan limit time pada pintu A3 adalah 173 detik, pintu B3 adalah 88 detik, dan pintu C3 adalah 29 detik. Beberapa aspek yang bisa mempengaruhi *egress time* melebihi batas waktu yang disyaratkan pada pintu keluar tersebut adalah jarak terjauh dari pintu keluar, lebar koridor dan lebar pintu keluar. Sehingga solusi yang diambil adalah dengan *relayout* akses sirkulasi keluar penghuni, menambah lebar koridor atau menambah lebar pintu keluar.

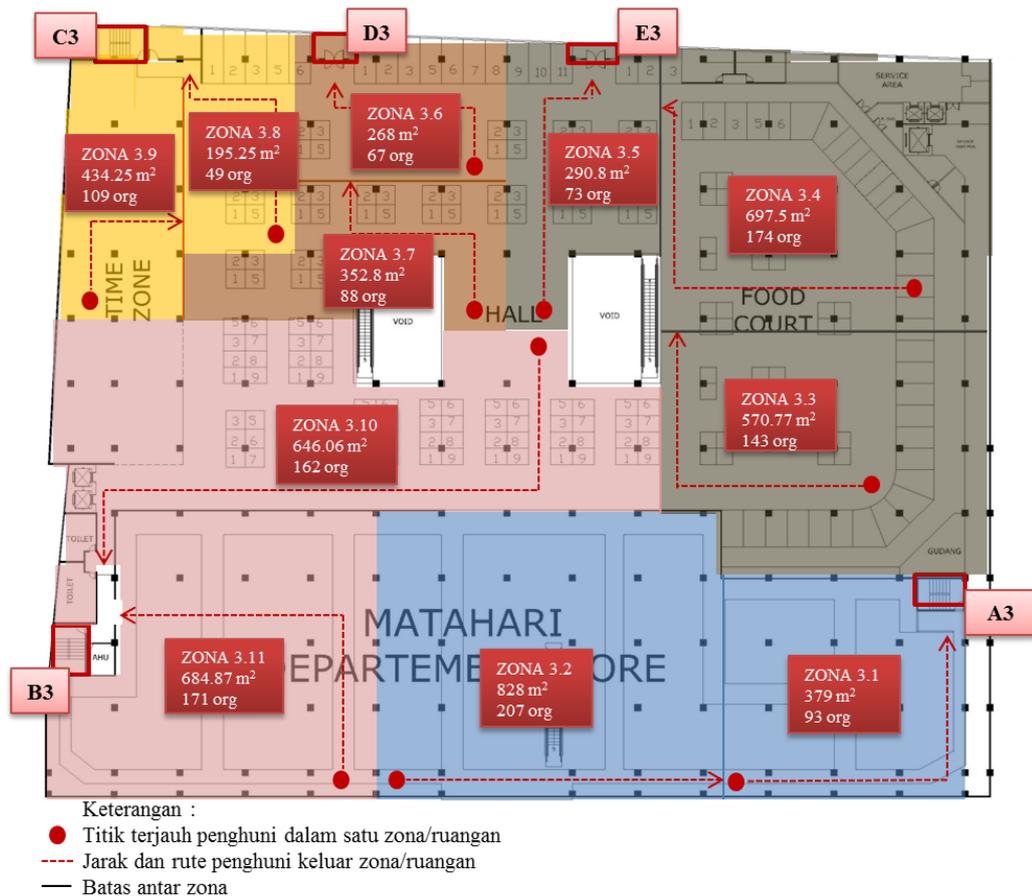
Tabel 4.7 Evaluasi Jumlah Antrian Penghuni Maksimum Lantai 3

	Pintu A3	Pintu B3	Pintu C3	Pintu D3	Pintu E3
Max queuing Pm (orang)	365	199	150	88	129
Area/orang (m ² /org)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Area yang dibutuhkan Ar (m ²)	109.5	59.7	45	26.4	38.7
Designed area Ad (m ²)	7.5	48.35	31.8	27	27
Judgement Ar ≤ Ad	Not OK	Not OK	Not OK	OK	Not OK

Area yang tersedia pada masing-masing daerah akses pintu keluar pada lantai 3 ada yang kurang memenuhi persyaratan, yaitu pada area akses pintu keluar A3, B3, C3 dan E3. Solusi yang diambil adalah dengan menambahkan area antri di daerah akses pintu keluar.

4.4.3 Rekomendasi

Egress time pada lantai 3 yang melebihi batas waktu keluar adalah pada akses pintu keluar A3, B3 dan C3. Solusi pertama yang diambil adalah *relayout* akses sirkulasi penghuni lantai 3 dan penambahan akses darurat pada tenant Matahari *departement store*. Hal ini dikarenakan jarak menuju pintu keluar yang terlalu jauh apabila pintu A3 dikhususkan untuk tenant Matahari *departement store*. Dengan pengalihan akses sirkulasi keluar, otomatis zonasi pada lantai 3 berubah. Berikut rekomendasi akses sirkulasi pada lantai 3 :

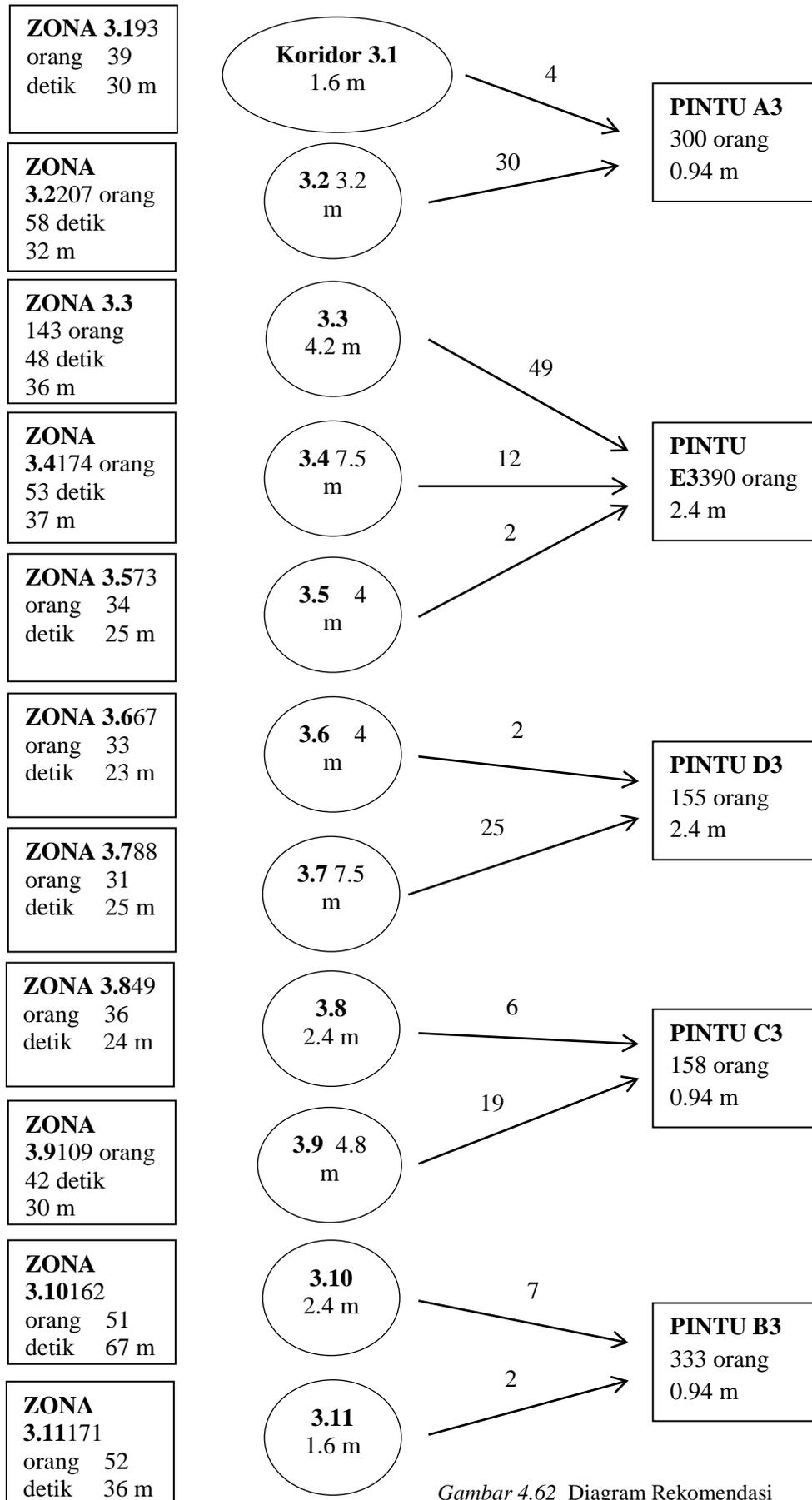


Gambar 4.61 Rekomendasi Zona, Luas dan Kapasitas Lantai 3

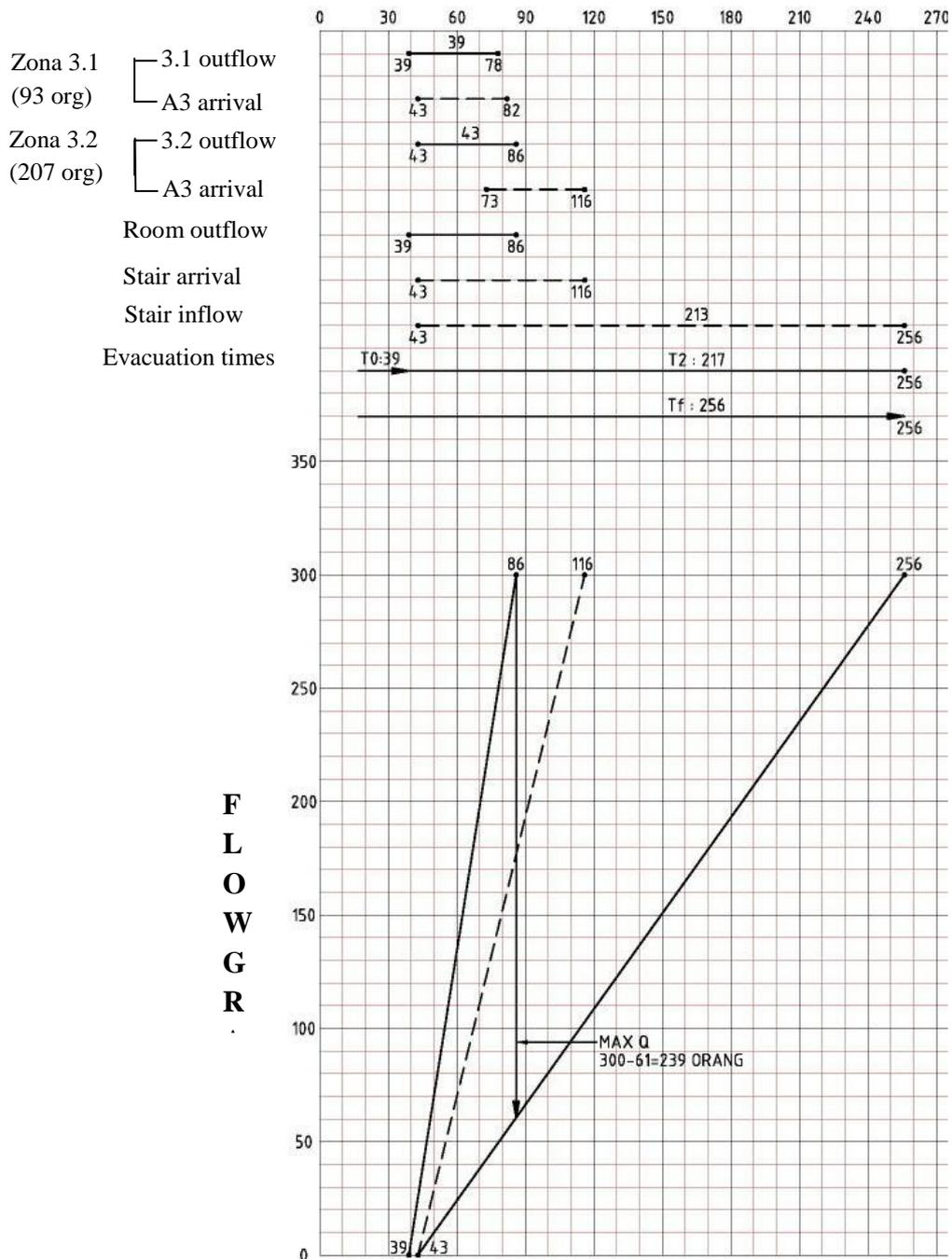
Tenant Matahari departement store dibagimenjadi 3 zona, dua zona (zona 3.1 dan zona 3.2) menggunakan akses pintu keluar A3, sedangkan satu zona (zona 3.11) menggunakan akses pintu keluar B3 dengan menambahkan pintu darurat dengan lebar pintu 1.6 meter. Zona 3.3 dialihkan menuju ke akses pintu keluar E3. Akses sirkulasi penghuni pada zona 3.8 sebagian dialihkan ke zona 3.7, sehingga jarak tempuh dan jumlah penghuni yang menggunakan pintu C3 berkurang. Koridor untuk zona 3.8 diperlebar menjadi 2.4 meter, agar sirkulasi aliran menuju pintu C3 lebih lancar dan tidak melebihi batas waktu yang disyaratkan. Berikut tabel evaluasi waktu keluar dari ruangan/ zona lantai 3 setelah dilakukan rekomendasi :

Tabel 4.8 Evaluasi Waktu Keluar dari Ruangan/ Zona Lantai 3 (Rekomendasi)

	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11
Luas area (A1) m ²	379	828	570.77	697.5	290.8	268	352.8	195.25	434.25	646.06	684.87
Density (p) (org/m ²)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Jumlah penghuni (org)	93	207	143	174	73	67	88	49	109	162	171
Total lebar pintu/kotidor (W1)	1x1.6 = 1.6	2x1.6 = 3.2	1x4.2 = 4.2	3x2.5 = 7.5	1x4 = 4	1x4 = 4	3x2.5 = 7.5	1x2.4 = 2.4	2x2.4 = 4.8	1x2.4 = 2.4	1x1.6 = 1.6
Lebar pintu/koridor yang digunakan (Wa)	1.6	3.2	4.2	7.5	4	4	7.5	2.4	4.8	2.4	1.6
Waktu sampai ke pintu/koridor (t11) (P/NWa)	38.75	43.13	22.7	15.47	12.17	11.17	7.8	13.6	15.14	45	71.25
Max travel time to door t12 (Lx+y/V)	23.1	24.6	27.28	28.46	25.31	22.66	24.73	24	22.94	66.8	27.7
Egress time T1 (large one t11 and t12)	38.75	43.13	27.28	28.46	25.31	22.66	24.73	24	22.94	66.8	71.25
Limit time rT1 (2√A1)	38.9	57.5	47.78	52.82	34.11	32.74	30.52	35.51	41.68	50.84	52.3
Judgement (T1≤rT1)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Not OK	Not OK

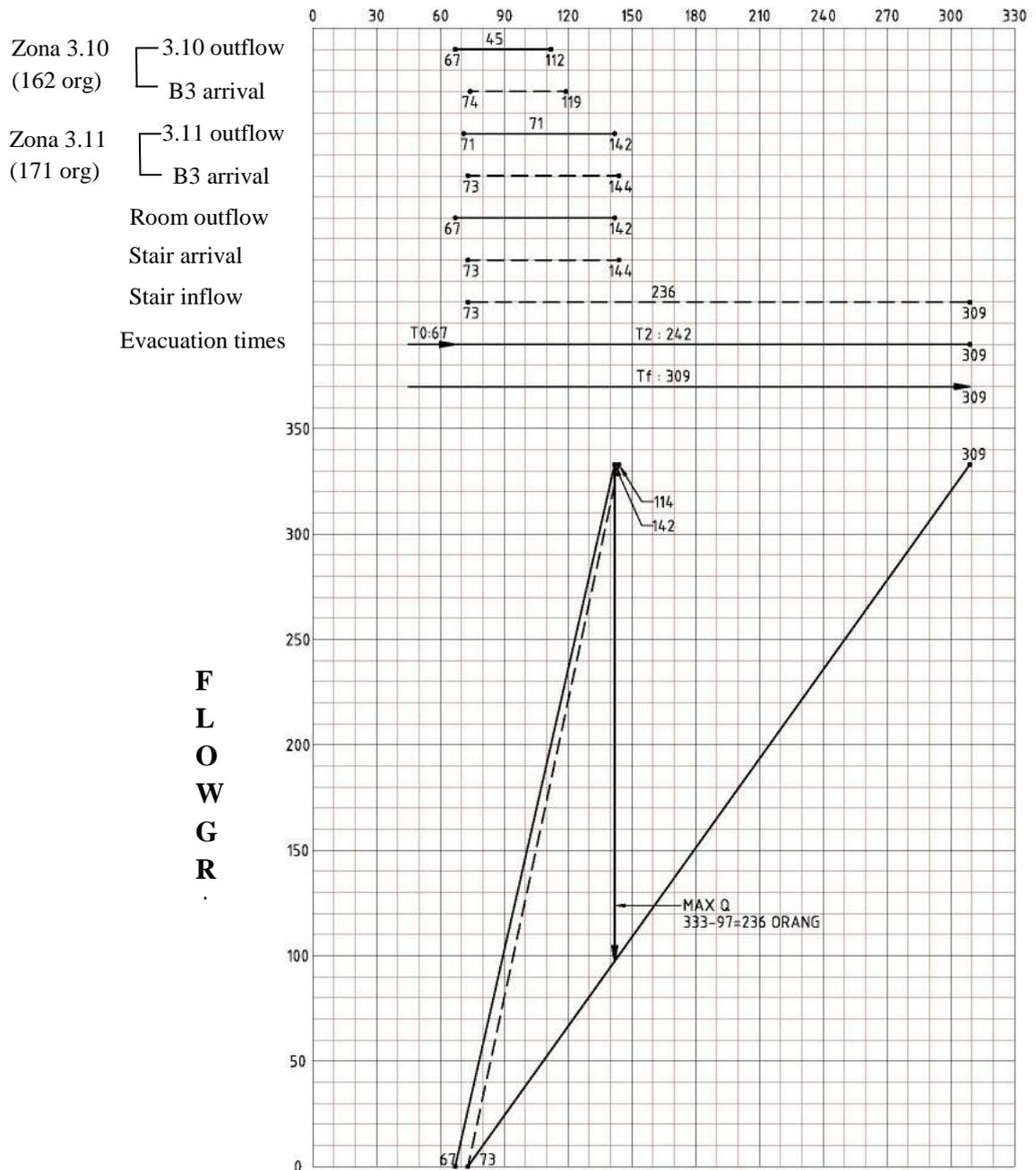


Gambar 4.62 Diagram Rekomendasi Arus Rute Keluar Lantai 3



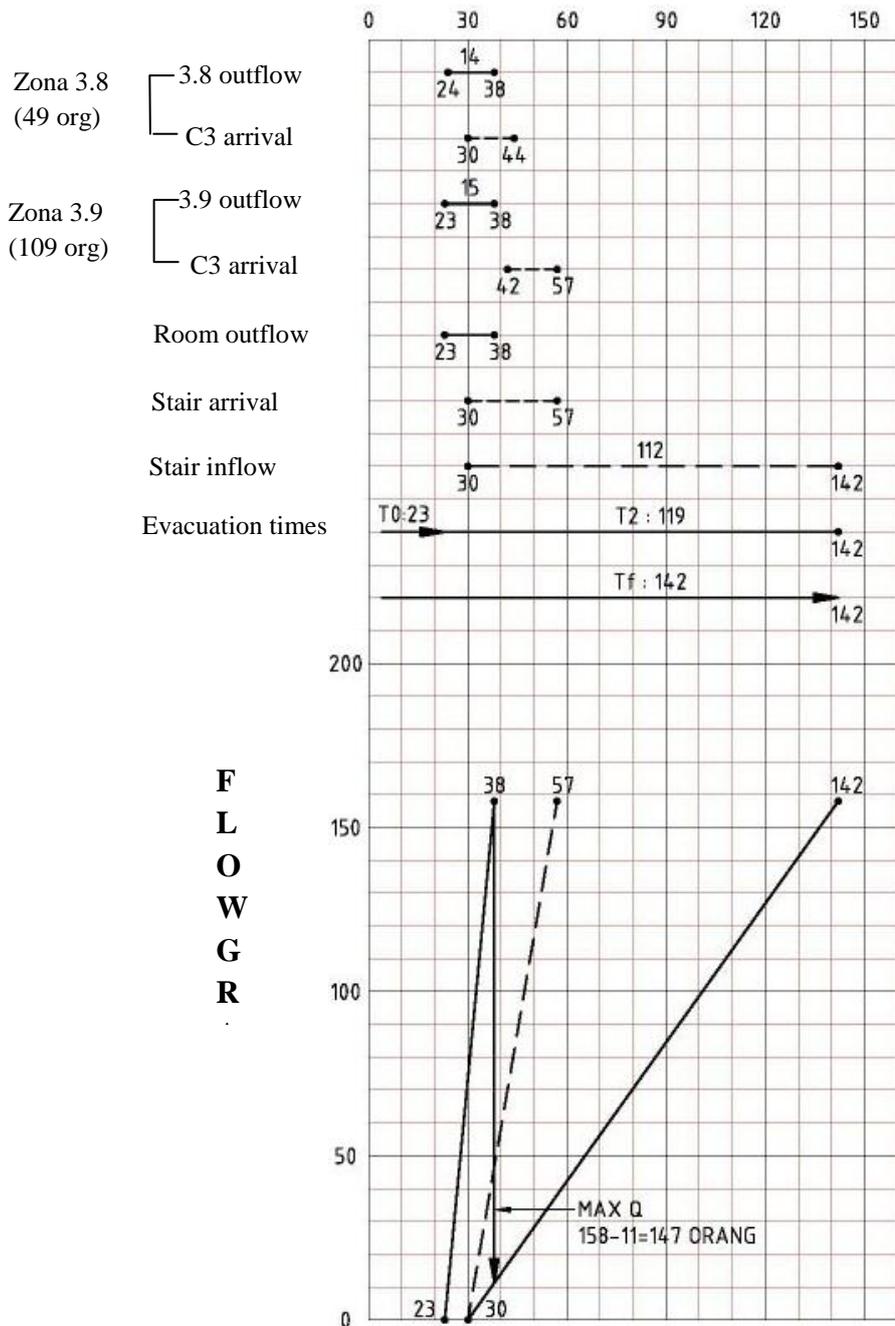
Gambar 4.63 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu A3 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu A3 setelah dilakukan rekomendasi dengan mengalihkan sebagian penghuni ke pintu B3. Sebanyak 300 orang penghuni yang keluar melewati pintu A3 memerlukan waktu selama 256 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu A3 pada detik ke-39, dan mulai masuk pintu A3 pada detik ke-43 sampai dengan detik ke-256. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-86 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu A3 sebanyak 239 orang.



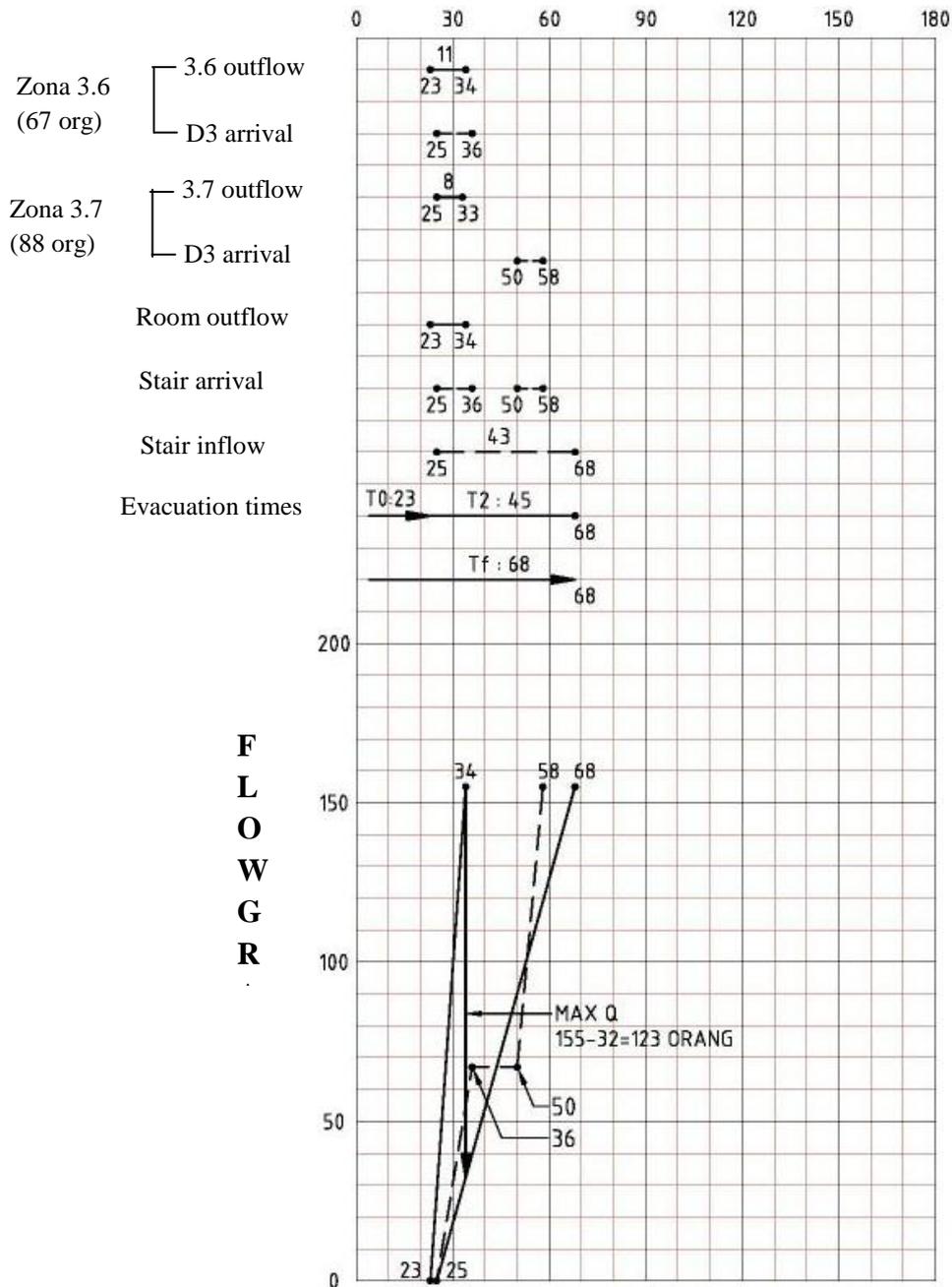
Gambar 4.64 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu B3 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B3 setelah dilakukan rekomendasi pengalihan penghuni dari pintu A3. Sebanyak 333 orang penghuni yang keluar melewati pintu B3 memerlukan waktu selama 309 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu B3 pada detik ke-67, dan mulai masuk pintu B3 pada detik ke-73 sampai dengan detik ke-333. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-142 terjadi penumpukan penghuni di area pintu B3 sebanyak 236 orang.



Gambar 4.65 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C3 (Rekomendasi)

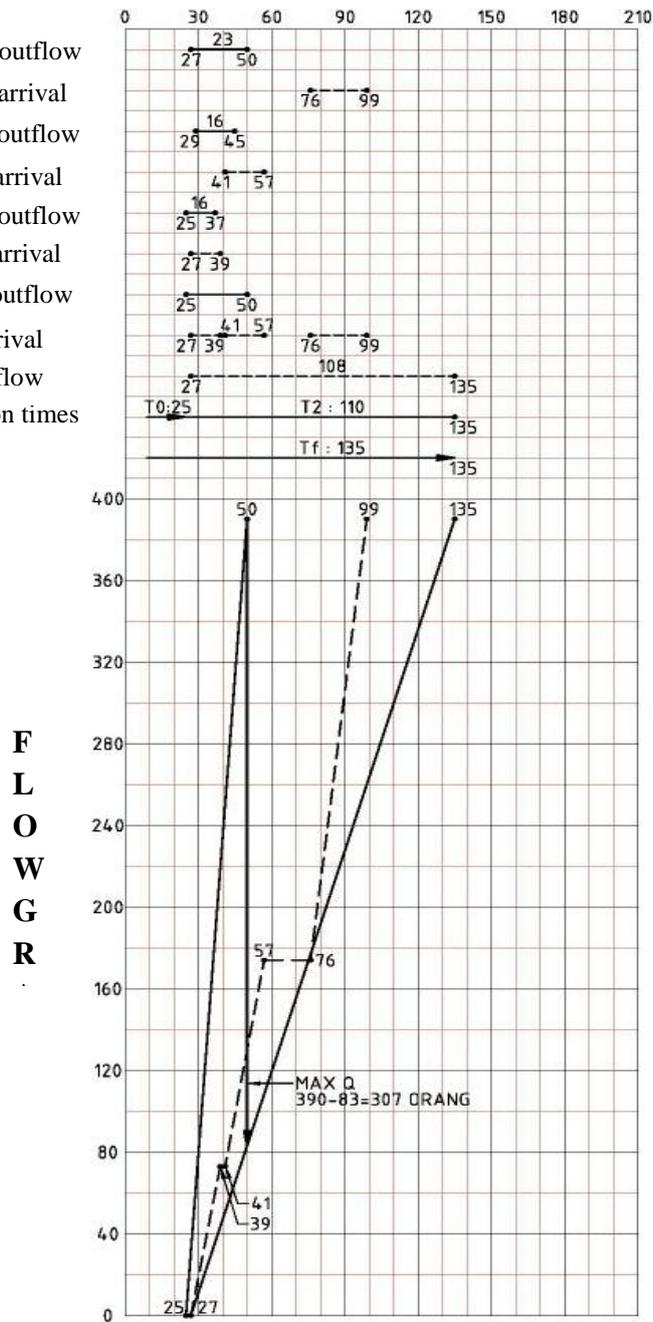
Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C3 setelah dilakukan rekomendasi dengan mengalihkan arus penghuni ke pintu D3. Sebanyak 158 orang penghuni yang keluar melewati pintu C3 memerlukan waktu selama 142 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu C3 pada detik ke-23, dan mulai masuk pintu C3 pada detik ke-30 sampai dengan detik ke-158 detik. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-38 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu C3 sebanyak 147 orang.



Gambar 4.66 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu D3 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu D3 setelah dilakukan rekomendasi dari pengalihan arus sebagian penghuni dari pintu C3. Sebanyak 155 orang penghuni yang keluar melewati pintu D3 memerlukan waktu selama 68 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 100 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu D3 pada detik ke-23, dan mulai masuk pintu D3 pada detik ke-25 sampai dengan detik ke-155. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-34 terjadi penumpukan penghuni di area pintu D3 sebanyak 123 orang.

- Zona 3.3 (143 org)
 - 3.3 outflow
 - E3 arrival
- Zona 3.4 (174 org)
 - 3.4 outflow
 - E3 arrival
- Zona 3.5 (73 org)
 - 3.5 outflow
 - E3 arrival
- Room outflow
- Stair arrival
- Stair inflow
- Evacuation times



Gambar 4.67 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu E3 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu E3 setelah dilakukan rekomendasi dari pengalihan arus sebagian penghuni dari pintu B3. Sebanyak 390 orang penghuni yang keluar melewati pintu E3 memerlukan waktu selama 135 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 158 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu E3 pada detik ke-25, dan mulai masuk pintu E3 pada detik ke-27 sampai dengan detik ke-135. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-50 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu E3 sebanyak 307 orang.

Tabel 4.9 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 3 (Rekomendasi)

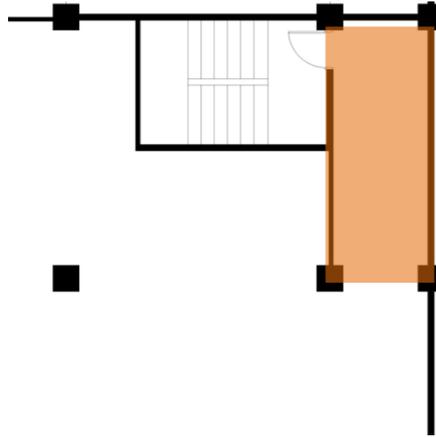
	Pintu A3	Pintu B3	Pintu C3	Pintu D3	Pintu E3
Egress time T2 (dt)	217	246	118	47	110
Limit time rT2 (4√A1+koridor)	139	146	158	90	126
Judgement T2≤rT2	Not OK	Not OK	OK	OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	256	292	154	78	144
Limit time rTf (8√A1+koridor)	278	292	316	180	252
Judgement Tf≤rTf	OK	OK	OK	OK	OK

Dari tabel 4.9 terlihat bahwa masih terdapat selisih waktu yang cukup banyak antara *egrees time* dan *limit time* setelah dilakukan rekomendasi relayout akses sirkulasi penghuni dan penambahan lebar koridor. Sehingga perlu solusi lagi untuk mengurangi *egress time*, yaitu dengan menambahkan lebar pintu keluar A3 dan B3 menjadi dua kalinya. Berikut tabel evakuasi waktu keluar dari lantai 3 setelah penambahan lebar pintu menjadi dua kalinya :

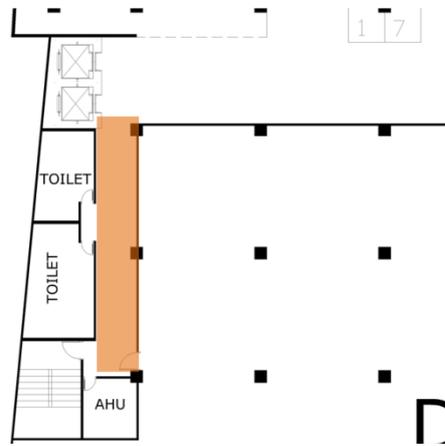
Tabel 4.10 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 3 (Rekomendasi)

	Pintu A3	Pintu B3	Pintu C3	Pintu D3	Pintu E3
Egress time T2 (dt)	129	149	118	47	110
Limit time rT2 (4√A1+koridor)	139	146	158	90	126
Judgement T2≤rT2	OK	OK	OK	OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	168	195	154	78	144
Limit time rTf (8√A1+koridor)	278	292	316	180	252
Judgement Tf≤rTf	OK	OK	OK	OK	OK

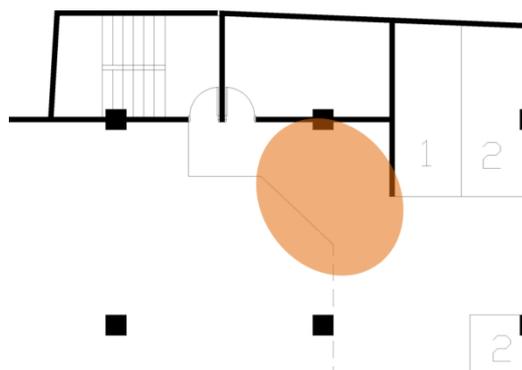
Dengan penambahan lebar pintu A3 dan B3 menjadi dua kalinya (1.6meter), maka *egress time* lebih cepat dari bartas waktu yang disyaratkan.



Gambar 4.68 Rekomendasi Penambahan Lebar Koridor Menuju Pintu A3



Gambar 4.69 Rekomendasi Penambahan Pintu dan Lebar Koridor Menuju Pintu B3



Gambar 4.70 Rekomendasi Penambahan Lebar Koridor Menuju Pintu C3

Aksesibilitas untuk evakuasi penyandang disabilitas pada bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square ini belum tersedia. Dalam SNI 03-1746-2000 bangunan yang mempunyai akses tangga darurat harus menyediakan ruangan untuk menampung satu kursi roda untuk setiap 200 orang penghuni. Lantai 3

terdapat tiga akses tangga darurat yang digunakan yaitu tangga A, tangga B dan tangga C. Tangga A digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 300 orang, tangga B digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 333 orang, sedangkan tangga C digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 158 orang. Sehingga untuk tangga darurat A dan B pada lantai 3 dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung dua kursi roda dengan ukuran masing-masing kursi roda 76 x 120 cm. Sedangkan untuk tangga darurat C dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung satu kursi roda dengan lebar 90 cm.

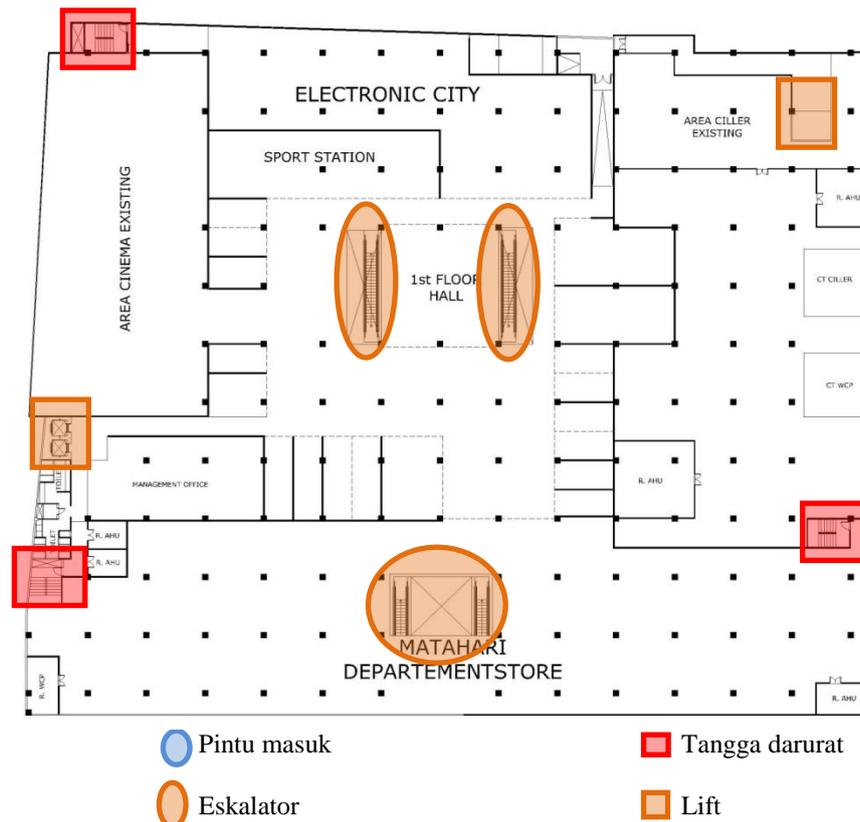
4.5 Lantai 4

4.5.1 Analisa sirkulasi evakuasi

Lantai 4 terdiri dari beberapa besar (*sport station, electronic city, dll*), tenant Matahari *Department Store* dan bioskop. Pada lantai 4 ini terdapat ruang utilitas (ruang AHU, *Ciller eksisting*, ruang panel, dll) yang memerlukan banyak ruang sehingga pada lantai ini tidak banyak retail-retail kecil, hanya ada beberapa retail makanan. Selain ruang utilitas, lantai 4 juga digunakan untuk kantor manajemen pusat perbelanjaan Malang Town Square. Luas lantai yang digunakan untuk memprediksi waktu keluar adalah 4204.04 m², luas lantai ini tidak termasuk luas lantai pada ruang utilitas. Ruang utilitas tidak digunakan untuk memprediksi waktu keluar karena pada ruangan ini dikhususkan untuk utilitas.

Sirkulasi pada lantai 4 berbeda dengan sirkulasi lantai 2 dan 3. Sirkulasi pada lantai ini berpusat di tengah dikarenakan semua retail dan tenant berada di tepi, sehingga sirkulasi pada lantai lebih luas dan tidak berpola. Lantai 4 hanya dapat diakses melalui sirkulasi vertikal yaitu melalui eskalator yang berada di tengah-tengah bangunan (hall) dan eskalator yang ada pada tenant Matahari.

Sarana jalan keluar yang ada di lantai 4 sebanyak tiga pintu, ketiganya adalah *emergency exit* (pintu darurat). Pada lantai ini dibagi menjadi enam zona, yang masing-masing pintu keluar digunakan untuk dua zona.



Gambar 4.71 Tata letak pintu masuk, eskalator, lift dan tangga darurat lantai 4

Emergency exit (pintu darurat) pada lantai 4 posisinya seperti pada lantai 2 dan 3 yaitu disisi kanan dan kiri bangunan. Disisi kanan bangunan sebanyak dua buah pintu, masing-masing terletak dibagian depan dan belakang bangunan. Sedangkan disisi kiri bangunan terdapat satu pintu darurat yang dikhususkan untuk tenant Matahari. Bioskop pada pusat perbelanjaan Malang Town Square tidak memiliki sarana jalan keluar (pintu darurat) sendiri. Pintu darurat tersebut dari jenis engsel sisi atau pintu ayun yang dapat terbuka secara penuh dengan masing-masing lebar pintu adalah 0,94 meter.

Kondisi pintu darurat yang dikhususkan untuk tenant Matahari kurang layak untuk proses evakuasi. Hal ini dikarenakan banyak sekali kardus-kardus yang tidak terpakai di jalur evakuasi dan juga banyak barang-barang yang ditempel di dinding, seperti cermin, foto, dan lain-lain. Kondisi ini dapat menghambat proses evakuasi apabila terjadi keadaan darurat/ kebakaran (gambar 4.72 dan gambar 4.73).



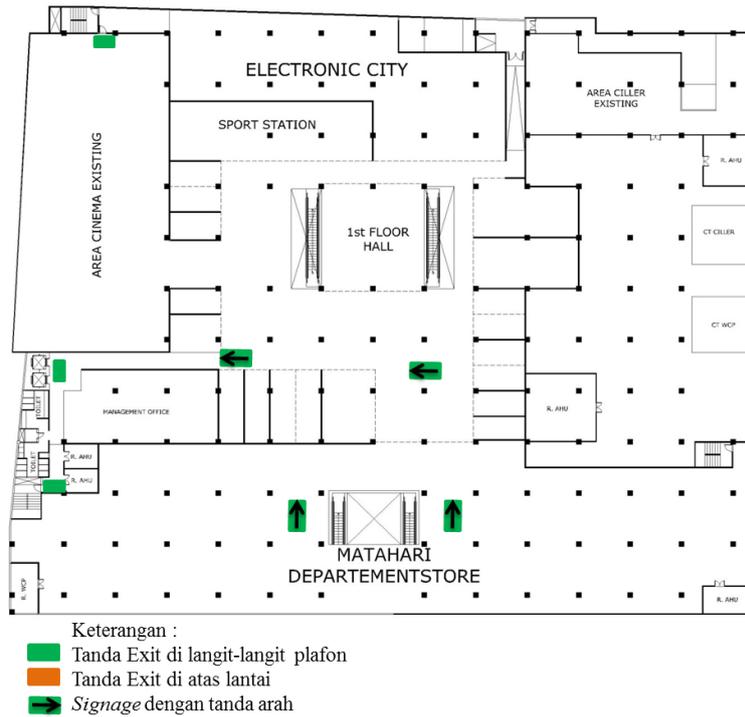
Gambar 4.72 Tangga Darurat A dari Lantai 4



Gambar 4.73 Bordes Tangga Darurat A dari Lantai 4

Kondisi ini dapat mengganggu proses evakuasi saat terjadi kebakaran atau bahaya lainnya. Tangga darurat yang digunakan untuk proses evakuasi harus steril, tidak boleh digunakan untuk gudang, tidak ada sesuatu yang ditempelkan pada dinding, dan tidak terdapat cermin karena dapat menghambat proses evakuasi. Sehingga untuk pengelola pusat perbelanjaan ini harus lebih memperhatikan kondisi sarana sistem evakuasi agar saat dilakukannya evakuasi tidak ada hambatan.

Signage atau penanda arah evakuasi pada lantai 4 terdapat pada koridor terdekat menuju pintu darurat dan tenant Matahari. *Signage* yang terdapat pada tenant Matahari tidak mengarah ke pintu darurat tetapi mengarah ke pintu masuk tenant (retail di dalam bangunan). Ukuran huruf pada *signage* yang kurang dari 20 cm tidak begitu terlihat dari jarak 12 meter seperti yang di syatkan pada PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008. Berikut letak signage pada lantai 4 pusat perbelanjaan Malang Town Square (gambar 4.74)



Gambar 4.74 Tata Letak Signage Lantai 4



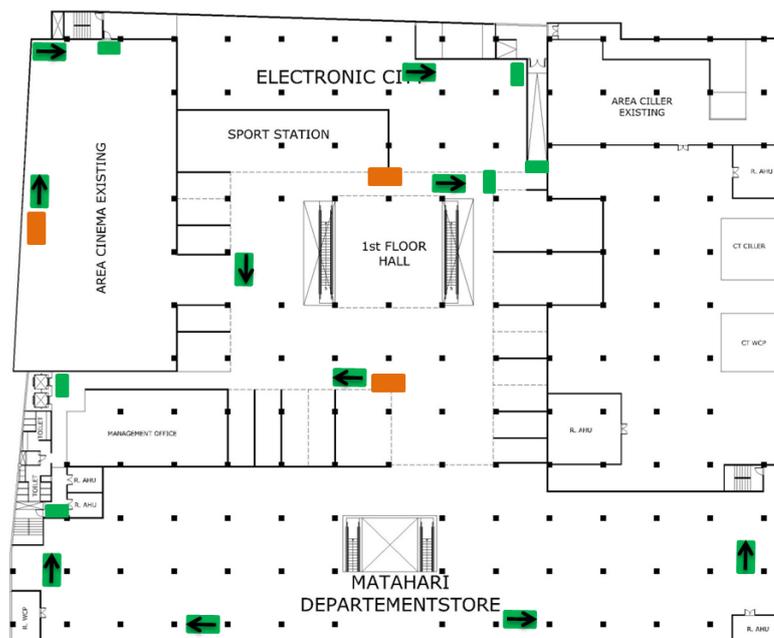
Gambar 4.75 Signage Menuju Pintu Darurat B4 Lantai 4

Signage pada tenant Matahari tanda arah keluar berupa tulisan dan tanda panah yang dijadikan satu bingkai. *Signage* pada tenant Matahari tidak mengarah ke pintu darurat, melainkan mengarah ke pintu masuk tenant yaitu retail-retail yang berada di dalam bangunan. Hal ini dapat menghambat proses evakuasi karena akan semakin banyak penghuni yang melewati pintu keluar yang lain. Sehingga *signage* pada tenant ini harus diganti dan diarahkan menuju tangga darurat yang disarankan.



Gambar 4.76 Signage Menuju Pintu Darurat B4 di Depan tenant Matahari

Rekomendasi *signage* yang berada di langit-langit ditentukan oleh dua hal, yaitu arah koridor dan tinggi retail. Untuk retail yang ketinggiannya mencapai langit-langit lantai, *signage* harus terlihat minimal pada satu sisi koridor. Sedangkan untuk retail yang ketinggiannya 1,5 meter, signage diletakkan pada jarak pandang maksimal 30 meter. Berikut rekomendasi tata letak *signage* lantai 4 (gambar 4.77) :



- Keterangan :
- Tanda Exit di langit-langit plafon
 - Tanda Exit di atas lantai
 - ➔ Signage dengan tanda arah

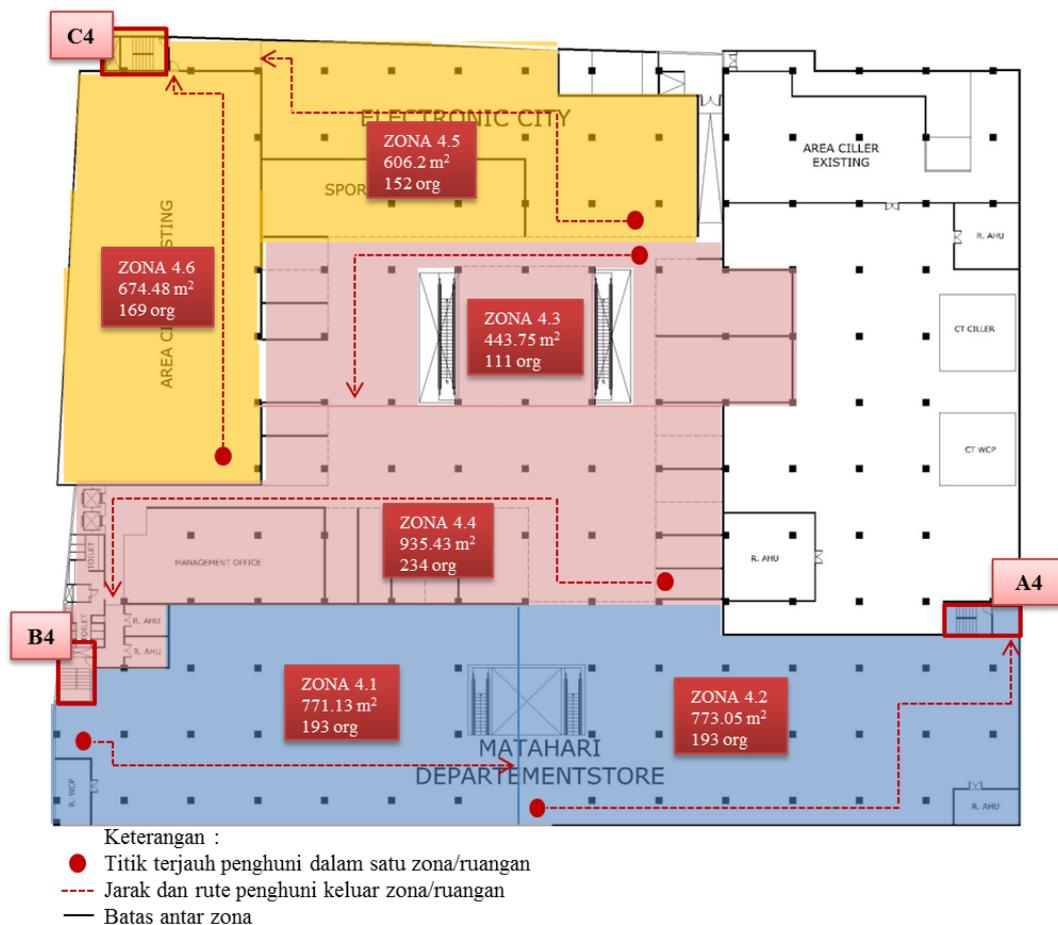
Gambar 4.77 Rekomendasi Tata Letak Signage Lantai 4

4.5.2 Prediksi waktu keluar

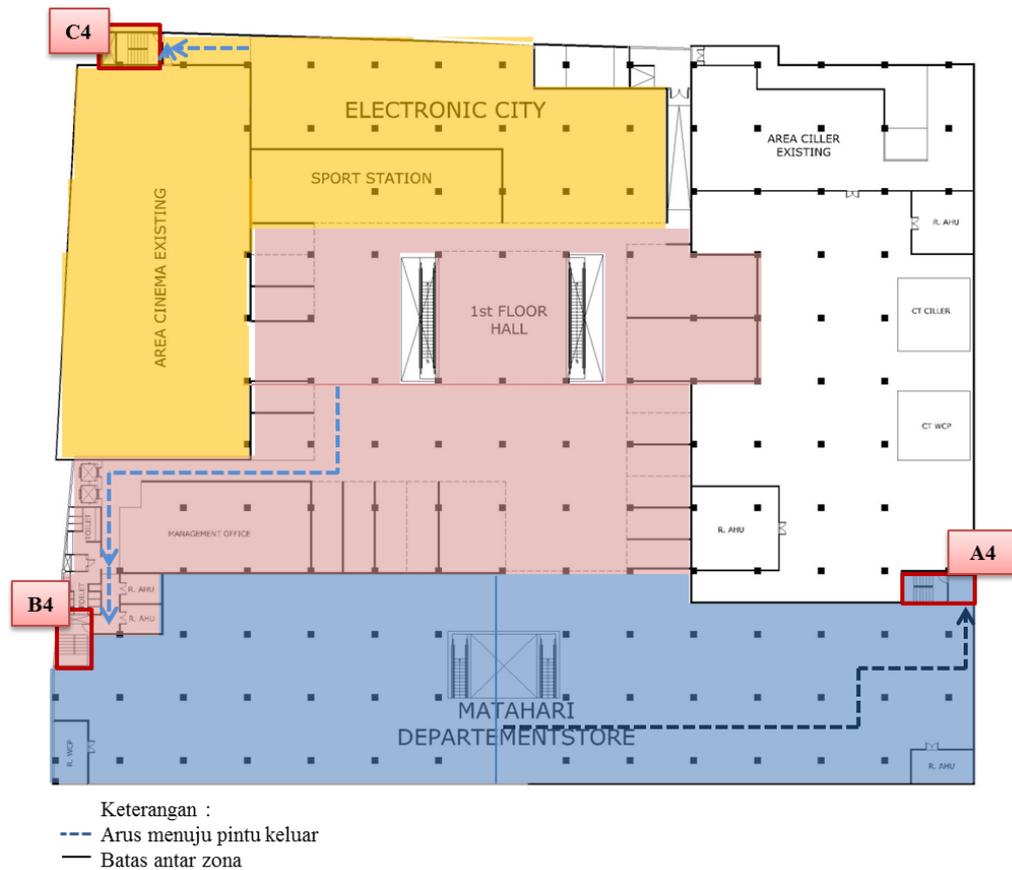
Lantai 4 pada objek penelitian yang memiliki tiga sarana pintu keluar ini dibagi menjadi enam zona, masing-masing sarana jalan keluar digunakan untuk dua zona. Sarana jalan keluar yang digunakan untuk zona 4.1 dan 4.2 adalah

pintu A4 (*emergency exit*) di sisi tenggara(samping kiri) bangunan, zona 4.3 dan 4.4 adalah pintu B4 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian depan bangunan, dan zona 4.5 dan 4.6 adalah pintu C4 (*emergency exit*) di sisi barat laut (samping kanan) bagian belakang bangunan.

Zona 4.1 memiliki luas 771.13 m² dengan jumlah penghuni 193 orang dan jarak terjauh adalah 43 meter, zona 4.2 memiliki luas 773.05 m² dengan jumlah penghuni 193 orang dan jarak terjauh adalah 58 meter, zona 4.3 memiliki luas 443.75 m² dengan jumlah penghuni 111 orang dan jarak terjauh adalah 43 meter, zona 4.4 memiliki luas 935.43 m² dengan jumlah penghuni 234 orang dan jarak terjauh adalah 71 meter, zona 4.5 memiliki luas 606.2 m² dengan jumlah penghuni 152 orang dan jarak terjauh adalah 52 meter, dan zona 4.6 memiliki luas 674.48 m² dengan jumlah penghuni 169 orang dan jarak terjauh adalah 40 meter. Berikut zonasi luas, kapasitas dan arus keluar ruangan pada lantai 4:



Gambar 4.78 Zona, luas dan kapasitas lantai 4



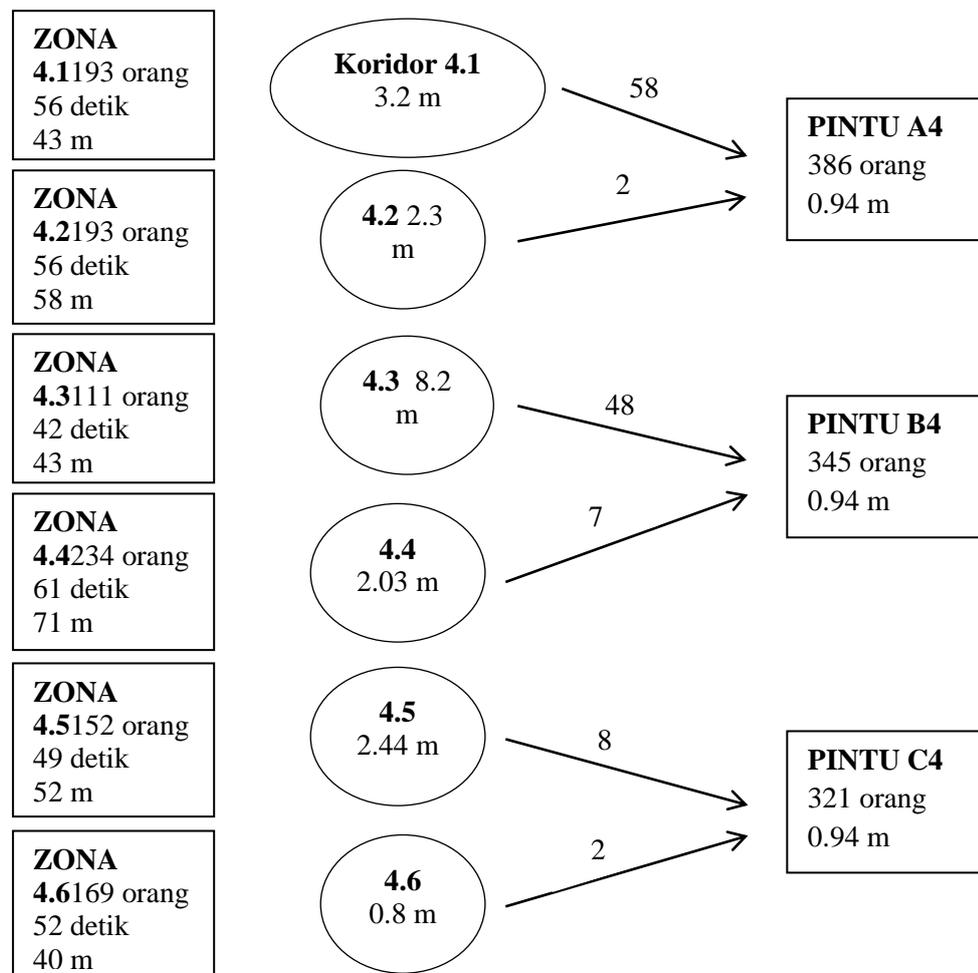
Gambar 4.79 Asumsi arus keluar menuju pintu keluar lantai 4

Pembagian zoning pada lantai 4 ditentukan oleh jumlah pintu keluar *eksisting*, jarak penghuni menuju pintu keluar, dan ketinggian retail. Zoning yang sudah ditetapkan tersebut kemudian digunakan untuk memprediksi *egress time* dan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar ruangan yang dipengaruhi oleh lebar pintu keluar, kecepatan berjalan, dan waktu maksimum perjalanan menuju pintu. Berikut tabel evaluasi waktu keluar dari ruangan/ zona lantai 4 :

Tabel 4.11 Evaluasi Waktu Keluar dari Ruangan/ Zona Lantai 4

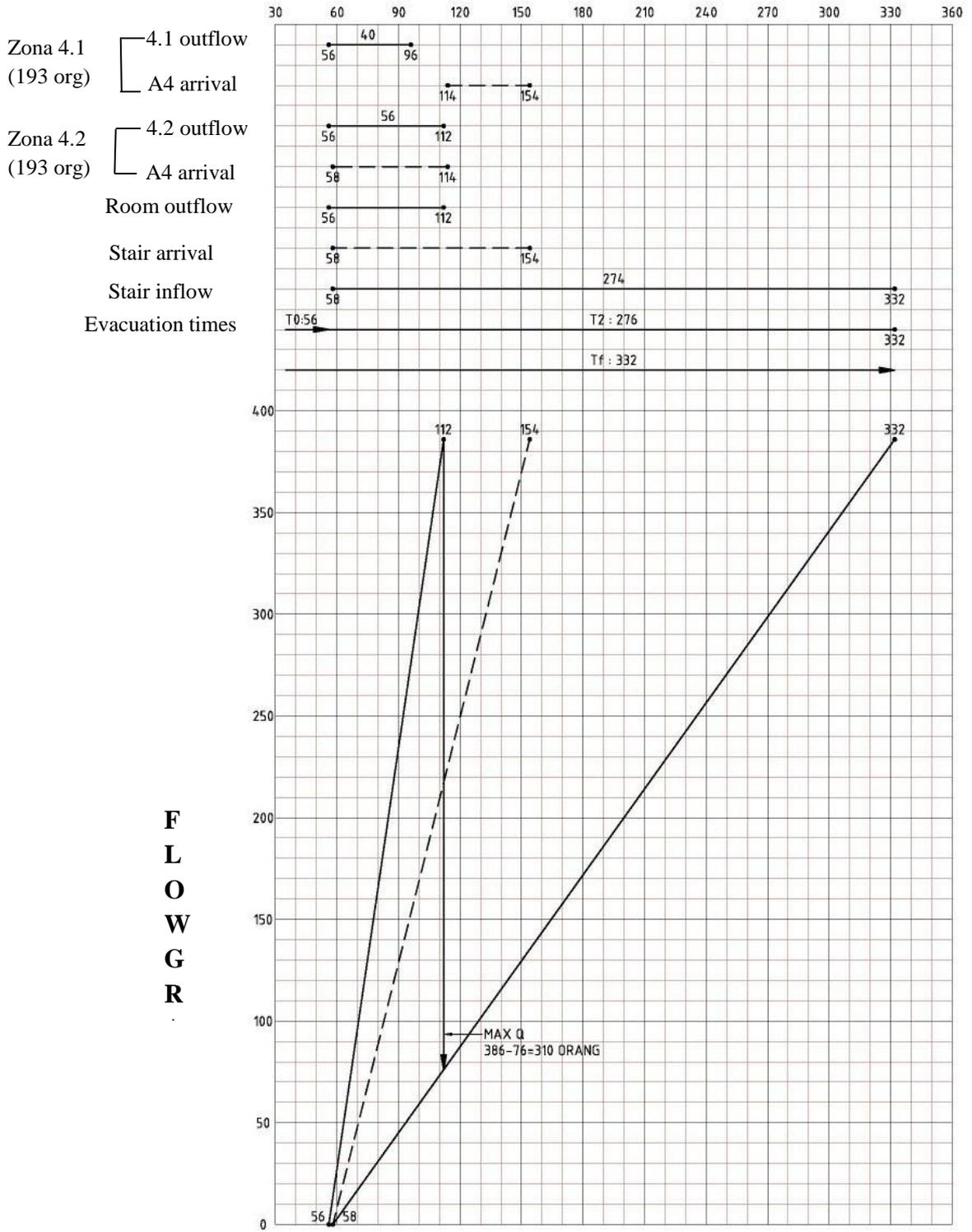
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
Luas area (A1) m ²	771.13	773.05	443.75	935.43	606.2	674.48
Density (p) (org/m ²)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Jumlah penghuni (org)	193	193	111	234	152	169
Total lebar pintu/koridor (W1)	2 x 1.6 = 3.2	1 x 2.3 = 2.3	1 x 8.2 = 8.2	1 x 2.03 = 2.03	1 x 2.44 = 2.44	1 x 0.8 = 0.8
Lebar pintu/koridor yang digunakan (Wa)	3.2	2.3	8.2	2.03	2.44	0.8
Waktu sampai ke pintu/koridor (t11) (P/NWa)	40.2	55.9	9.02	76.9	41.5	140.8
Max travel time to door t12 (Lx+y/V)	32.9	44.8	43.29	70.58	40.1	30.8
Egress time T1 (large one t11 and t12)	40.2	55.9	43.29	76.9	41.5	140.8
Limit time rT1 (2√A1)	55.5	55.6	42.1	61.2	49.2	51.9
Judgement (T1≤rT1)	OK	Not OK	Not OK	Not OK	OK	Not OK

Dari tabel 4.11 terlihat bahwa waktu keluar penghuni yang memenuhi batas waktu yang disyaratkan adalah zona 4.1 dan 4.5, sedangkan zona 4.2, zona 4.3, zona 4.4, dan zona 4.6 mengalami masalah. Hal ini dikarenakan lebar koridor yang kurang memenuhi (zona 4.2 dan zona 4.4) dan jarak lintasan menuju pintu keluar terlalu jauh (zona 4.3). Solusi yang bisa digunakan adalah dengan menambah lebar koridor dan mengalihkan jalur keluar.

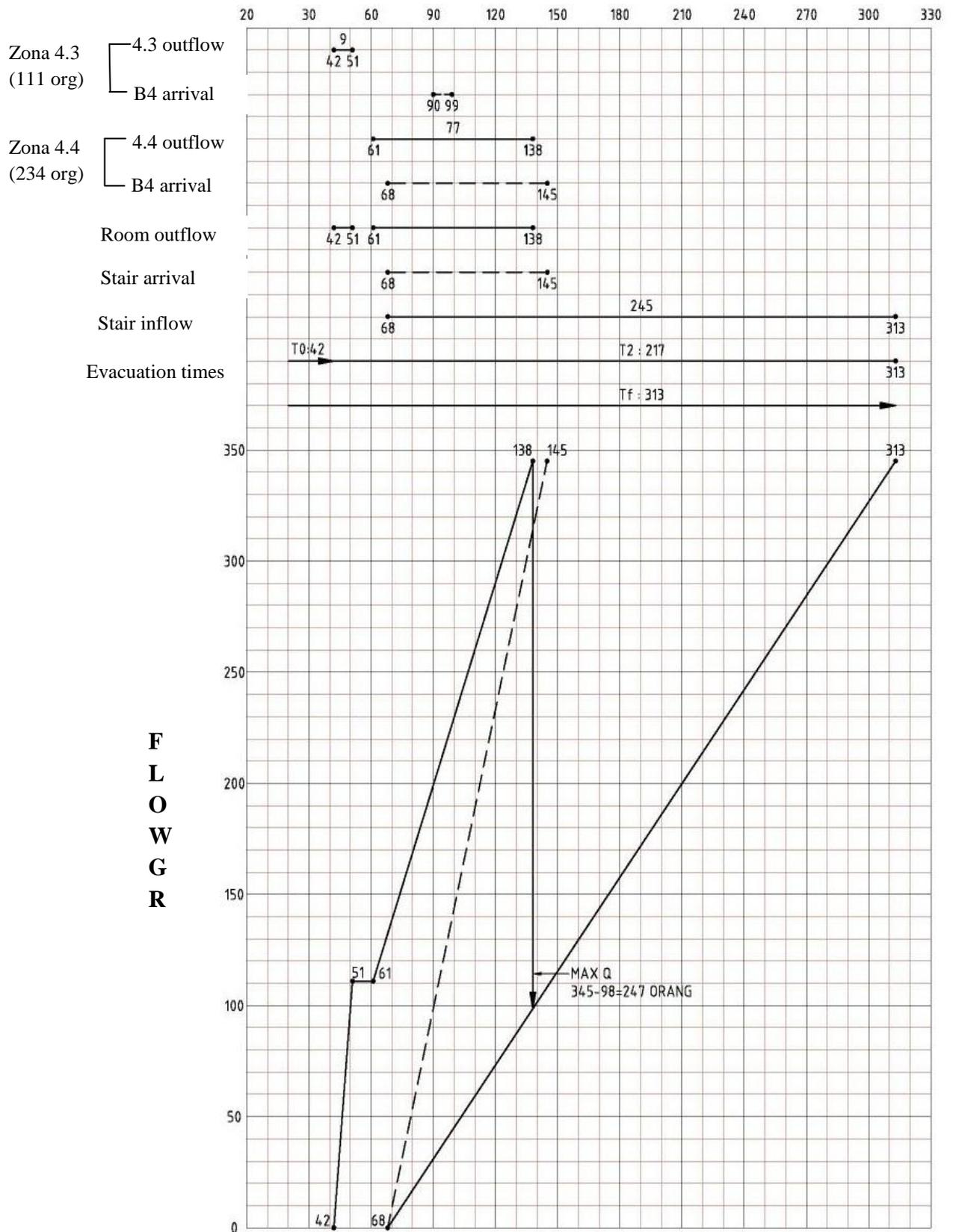


Gambar 4.80 Diagram arus rute keluar lantai 4

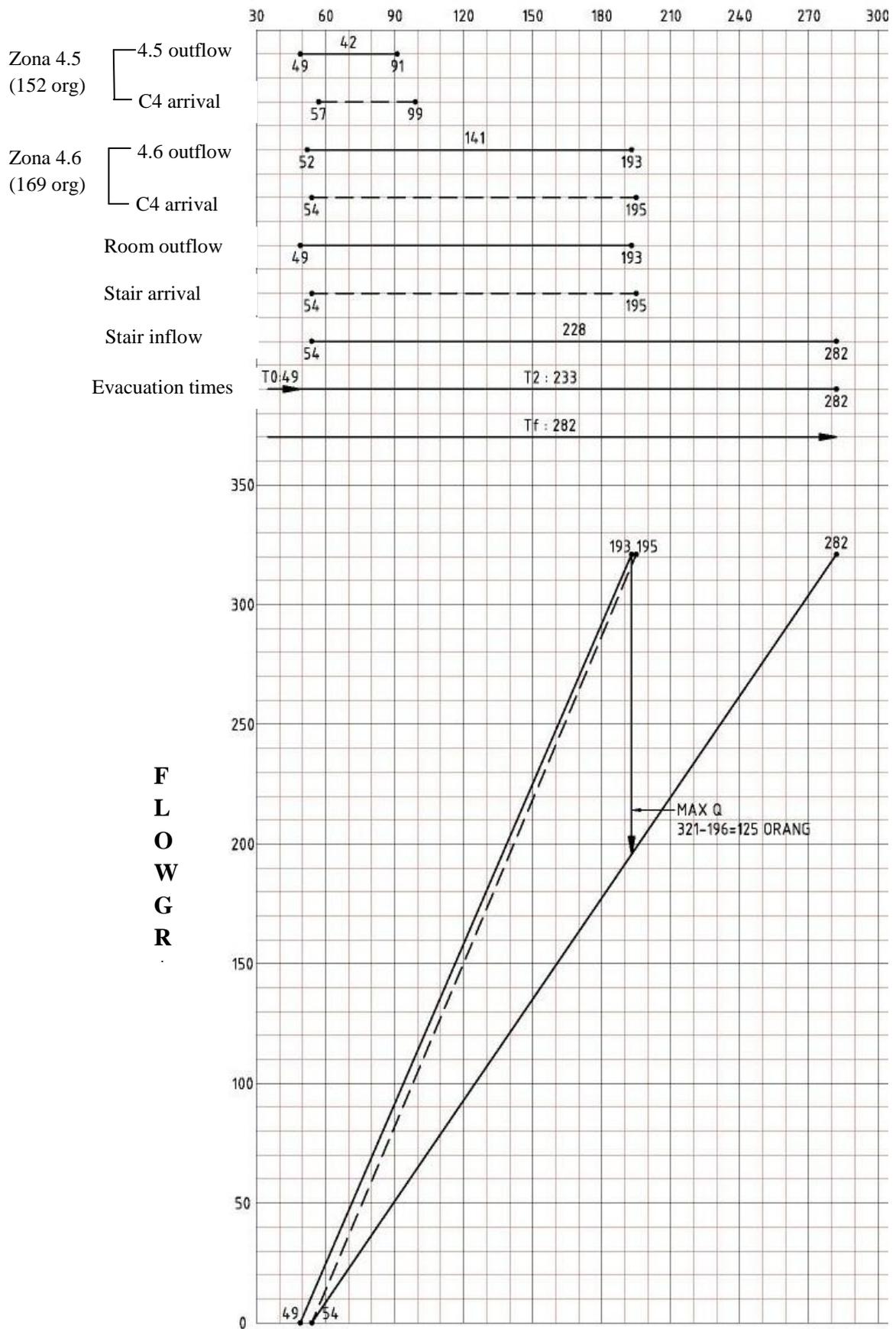
Dari diagram alir 4.80 dapat diketahui bahwa penghuni bangunan dengan jumlah hampir sama akan berjalan masing-masing melewati pintu A4, B4 dan C4. Diagram tersebut kemudian digunakan untuk menghitung waktu evakuasi keseluruhan dan mengetahui jumlah antrian pada waktu yang disyaratkan di masing-masing pintu keluar. Berikut grafik waktu dan aliran keluar penghuni ke masing-masing pintu keluar:



Gambar 4.81 Grafik waktu dan aliran keluar penghuni ke pintu A4



Gambar 4.82 Grafik waktu dan aliran keluar penghuni ke pintu B4



Gambar 4.83 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C4

Grafik 4.81 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu A4 sebanyak 386 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 332 detik. Sebanyak 386 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-56 dan menuju pintu keluar pada detik ke-58. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-58 sampai dengan detik ke-332 waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-112 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 310 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.82 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B4 sebanyak 345 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 332 detik. Sebanyak 386 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-42 dan menuju pintu keluar pada detik ke-68. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-68 sampai dengan detik ke-313 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-138 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 247 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Grafik 4.83 adalah grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C4 sebanyak 321 orang dengan batas waktu yang disyaratkan untuk keluar adalah 282 detik. Sebanyak 321 orang penghuni mulai keluar ruangan pada detik ke-49 dan menuju pintu keluar pada detik ke-54. Mulai masuk pintu darurat pada detik ke-54 sampai dengan detik ke-282 batas waktu yang disyaratkan. Pada grafik aliran penghuni dapat dilihat bahwa pada detik ke-193 terjadi penumpukan penghuni disekitar area pintu keluar sebanyak 125 orang, penghuni tersebut harus melewati pintu keluar/tangga darurat sampai dengan batas waktu yang disyaratkan.

Tabel 4.12 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 4

	Pintu A4	Pintu B4	Pintu C4
Egress time T2 (dt)	276	217	233
Limit time rT2 ($4\sqrt{A1}$ +koridor)	157	149	143
Judgement $T2 \leq rT2$	Not OK	Not OK	Not OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	332	313	282

Limit time rTf ($8\sqrt{A1}$ +koridor)	314	298	286
Judgement $Tf \leq rTf$	Not OK	Not OK	Not OK

Waktu yang diperlukan oleh penghuni pada lantai 4 untuk keluar secara bersamaan dari total lantai dan koridor yang tersedia melebihi batas waktu yang ditentukan. Hal ini dikarenakan hanya terdapat 3 pintu keluar untuk proses evakuasi yang menampung 1052 orang penghuni.

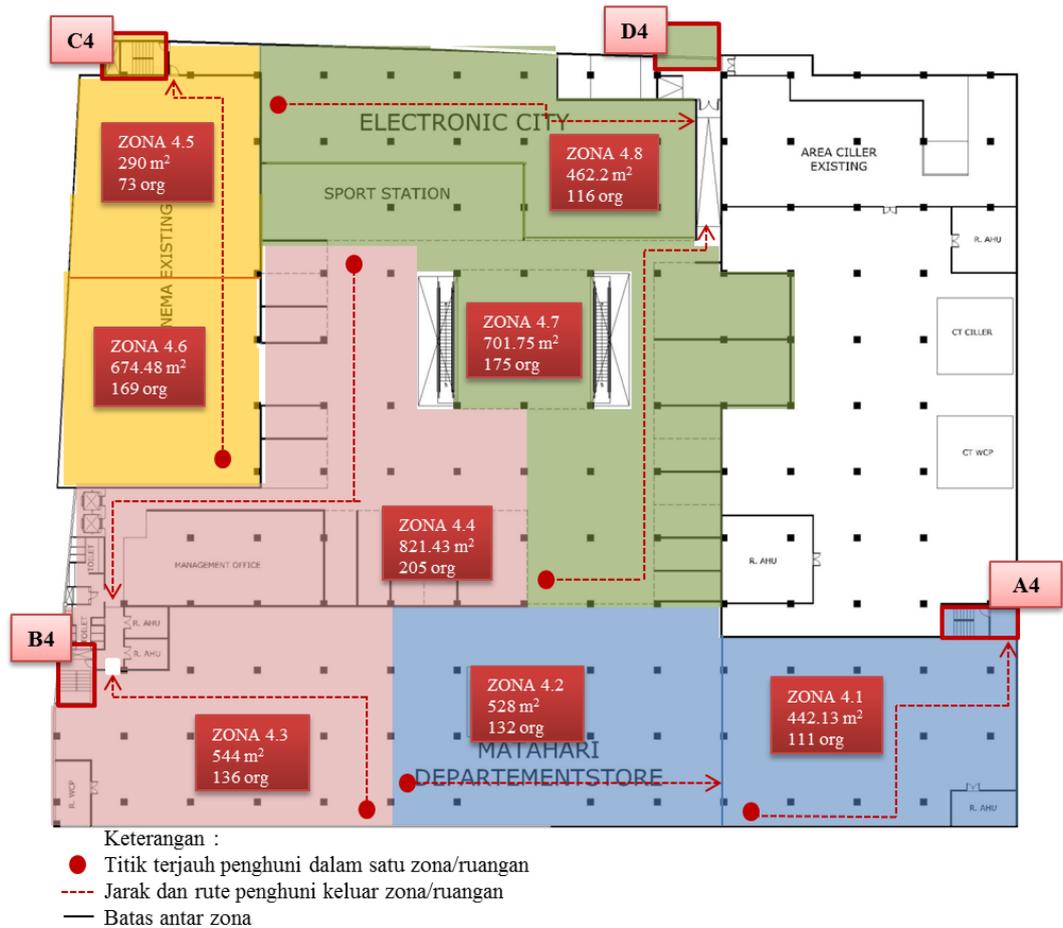
Tabel 4.13 Evaluasi Jumlah Antrian Penghuni Maksimum Lantai 4

	Pintu A4	Pintu B4	Pintu C4
Max queuing P_m (orang)	306	234	144
Area/orang (m^2/org)	0.3	0.3	0.3
Area yang dibutuhkan A_r (m^2)	91.8	70.2	43.2
Designed area A_d (m^2)	27	69.02	24
Judgement $A_r \leq A_d$	Not OK	Not OK	Not OK

Area yang tersedia pada masing-masing daerah akses pintu keluar pada lantai 4 kurang memenuhi persyaratan. Solusi yang diambil adalah dengan menambahkan area antri di daerah akses pintu keluar.

4.5.3 Rekomendasi

Hasil prediksi waktu keluar pada lantai 4 disetiap pintu keluar melebihi batas waktu yang disyaratkan. Karena pada lantai 4 hanya terdapat 3 akses pintu keluar yang digunakan untuk proses evakuasi penghuni sebanyak 1052 orang. Dalam PERMEN PU /no.26/PRT/M/2008, untuk jumlah penghuni melebihi 1000 orang dibutuhkan 4 jalan keluar dari dalam bangunan, sehingga dari jumlah jalan keluar yang ada pada lantai 4 kurang memenuhi persyaratan. Sehingga solusi yang digunakan adalah dengan menambah 1 akses jalan keluar. Berikut rekomendasi zonasi luas, kapasitas dan arus keluar ruangan pada lantai 4 :

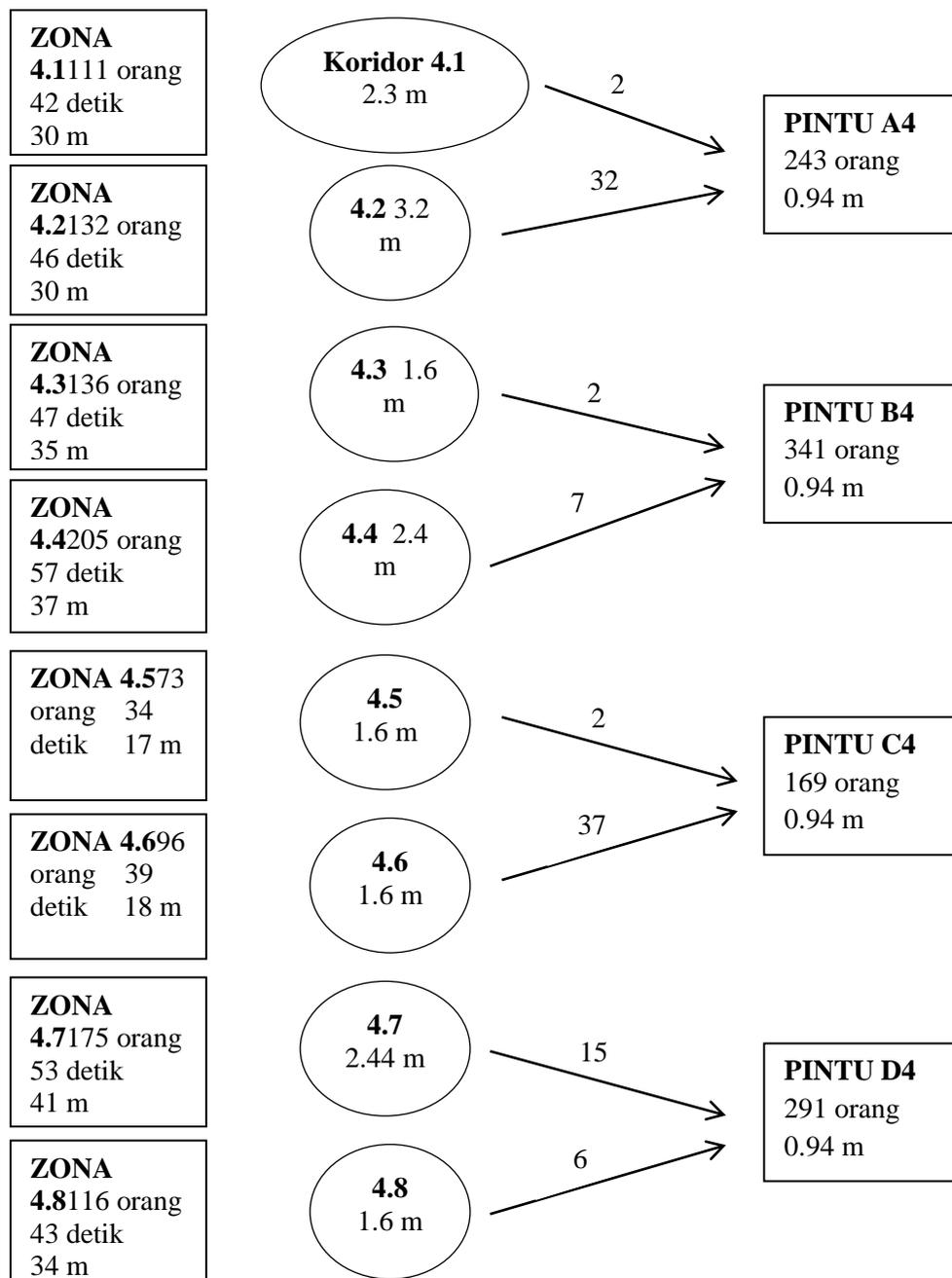


Gambar 4.84 Rekomendasi Zona, Luas dan Kapasitas Lantai 4

Tenant Matahari departement store dibagi menjadi 3 zona, dua zona (zona 4.1 dan zona 4.2) menggunakan akses pintu keluar A4, sedangkan satu zona (zona 4.3) menggunakan akses pintu keluar B3 dengan menambahkan pintu darurat dengan lebar pintu 1.6 meter. Pintu keluar C4 hanya digunakan untuk bioskop dengan memperlebar pintu keluar dari bioskop menjadi dua kalinya (1.6 meter), sedangkan tenant *electronic city* dialihkan menuju akses pintu keluar baru yaitu pintu D4. Koridor untuk zona 4.4 diperlebar menjadi 2.4 meter, agar sirkulasi aliran menuju pintu B4 lebih lancar dan tidak melebihi batas waktu yang disyaratkan. Berikut tabel evaluasi waktu keluar dari ruangan/ zona lantai 4 setelah dilakukan rekomendasi :

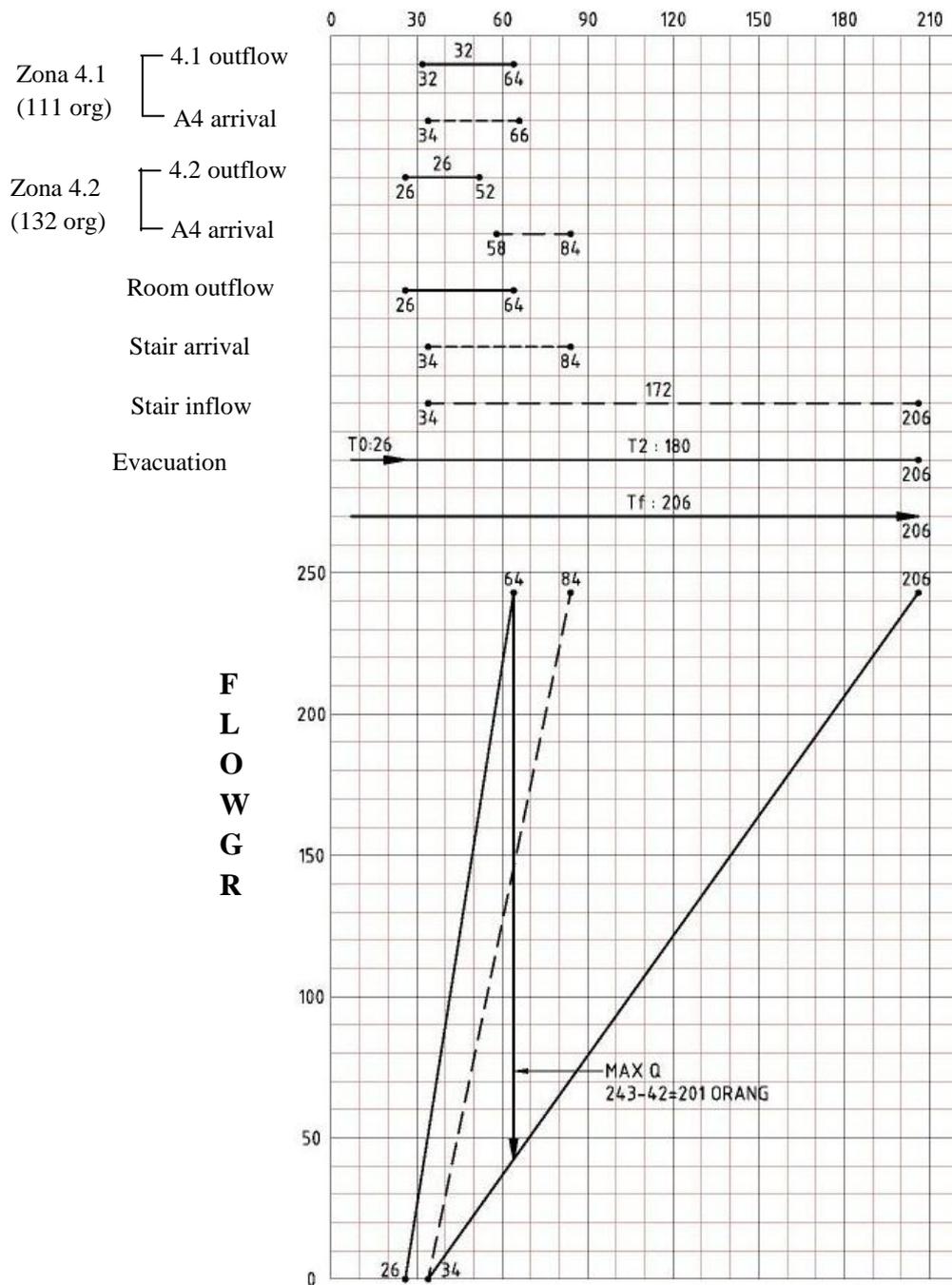
Tabel 4.14 Evaluasi Waktu Keluar dari Ruangan/ Zona Lantai 4 (Rekomendasi)

	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8
Luas area (A1) m ²	442.13	528	544	821.43	290	384.48	701.75	462.2
Density (p) (org/m ²)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Jumlah penghuni (org)	111	132	136	205	73	96	175	116
Total lebar pintu/koridor (W1)	1 x 1.6 = 1.6	2 x 1.6 = 3.2	1 x 1.6 = 1.6	1 x 2.03 = 2.03	1x1.6 = 1.6	1x1.6 = 1.6	1 x 2.44 = 2.44	1 x 1.6 = 1.6
Lebar pintu/koridor yang digunakan (Wa)	1.6	3.2	1.6	2.03	1.6	1.6	2.44	1.6
Waktu sampai ke pintu/koridor (t11) (P/NWa)	32.2	27.5	56.7	67.3	30.4	40	47.8	48.3
Max travel time to door t12 (Lx+y/V)	23.1	23.1	26.9	36.9	16.9	13.8	31.5	26.2
Egress time T1 (large one t11 and t12)	32.1	27.5	56.7	67.3	30.4	40	47.8	48.3
Limit time rT1 (2√A1)	42.1	46	46.7	57.3	34.05	39.2	53	43
Judgement (T1≤rT1)	OK	OK	Not OK	Not OK	OK	Not OK	OK	Not OK



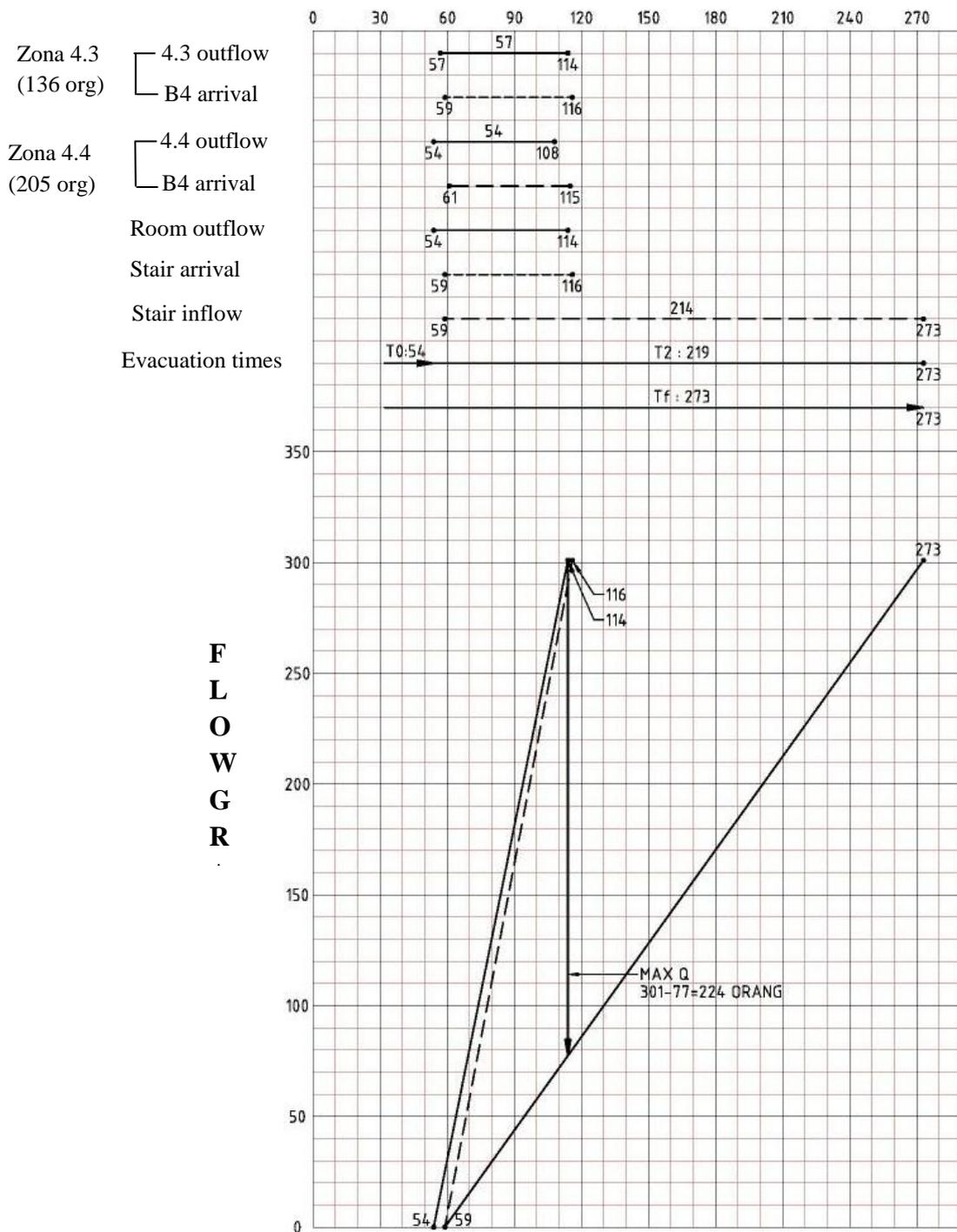
Gambar 4.85 Diagram Rekomendasi Arus Rute Keluar Lantai 4

Dari tabel dan diagram evaluasi waktu keluar dari ruangan/ zona lantai 4 tersebut, kemudian dicari waktu aliran keluar penghuni ke masing-masing pintu keluar dengan menggunakan grafik aliran. Berikut grafik waktu dan aliran penghuni ke masing- masing pintu keluar :



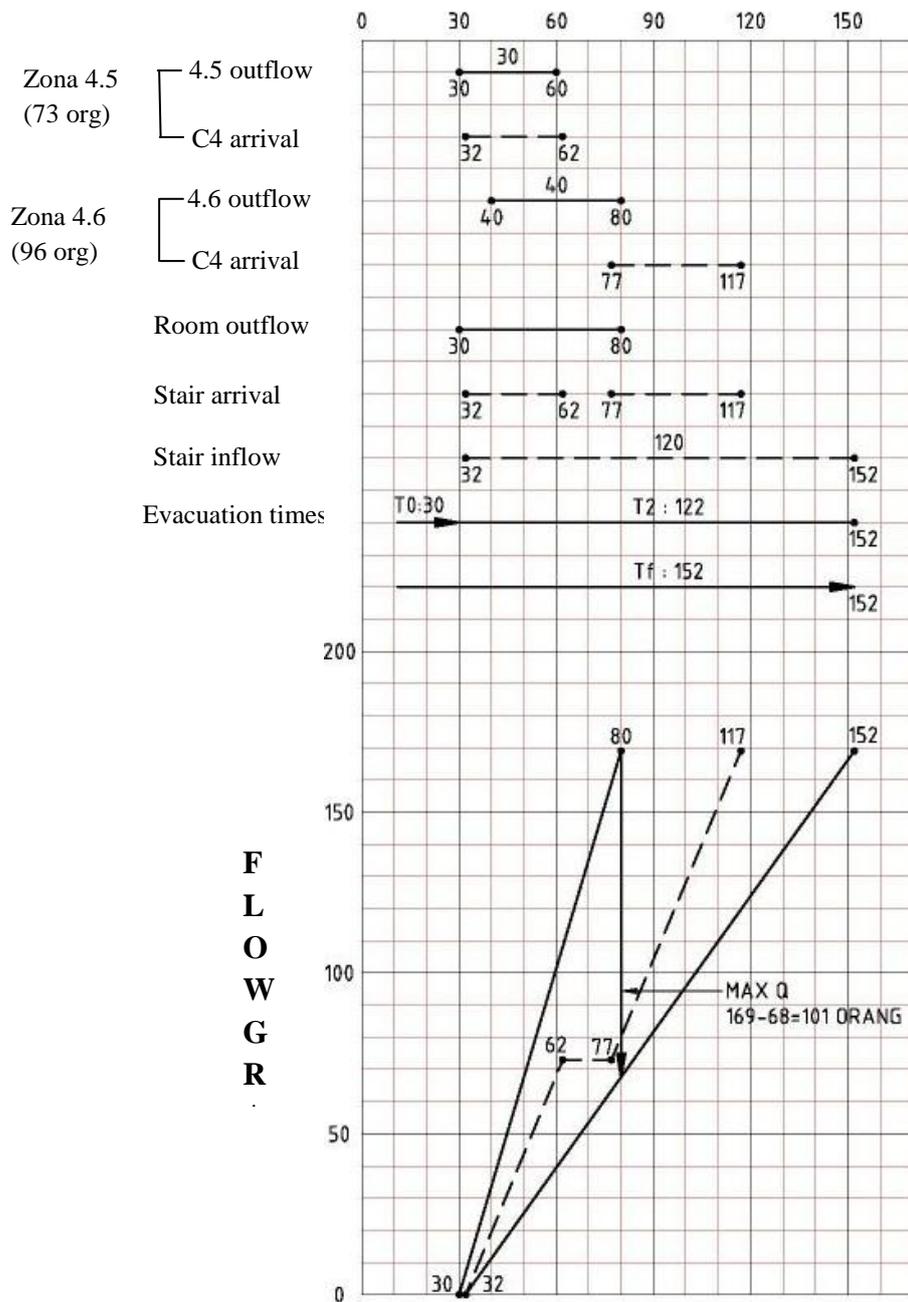
Gambar 4.86 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu A4 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu A4 setelah dilakukan rekomendasi dari pengalihan arus penghuni ke pintu B4. Sebanyak 243 orang penghuni yang keluar melewati pintu A4 memerlukan waktu selama 206 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 125 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu A4 pada detik ke-26, dan mulai masuk pintu A4 pada detik ke-34 sampai dengan detik ke-206. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-64 terjadi penumpukan penghuni di area pintu A4 sebanyak 201 orang.



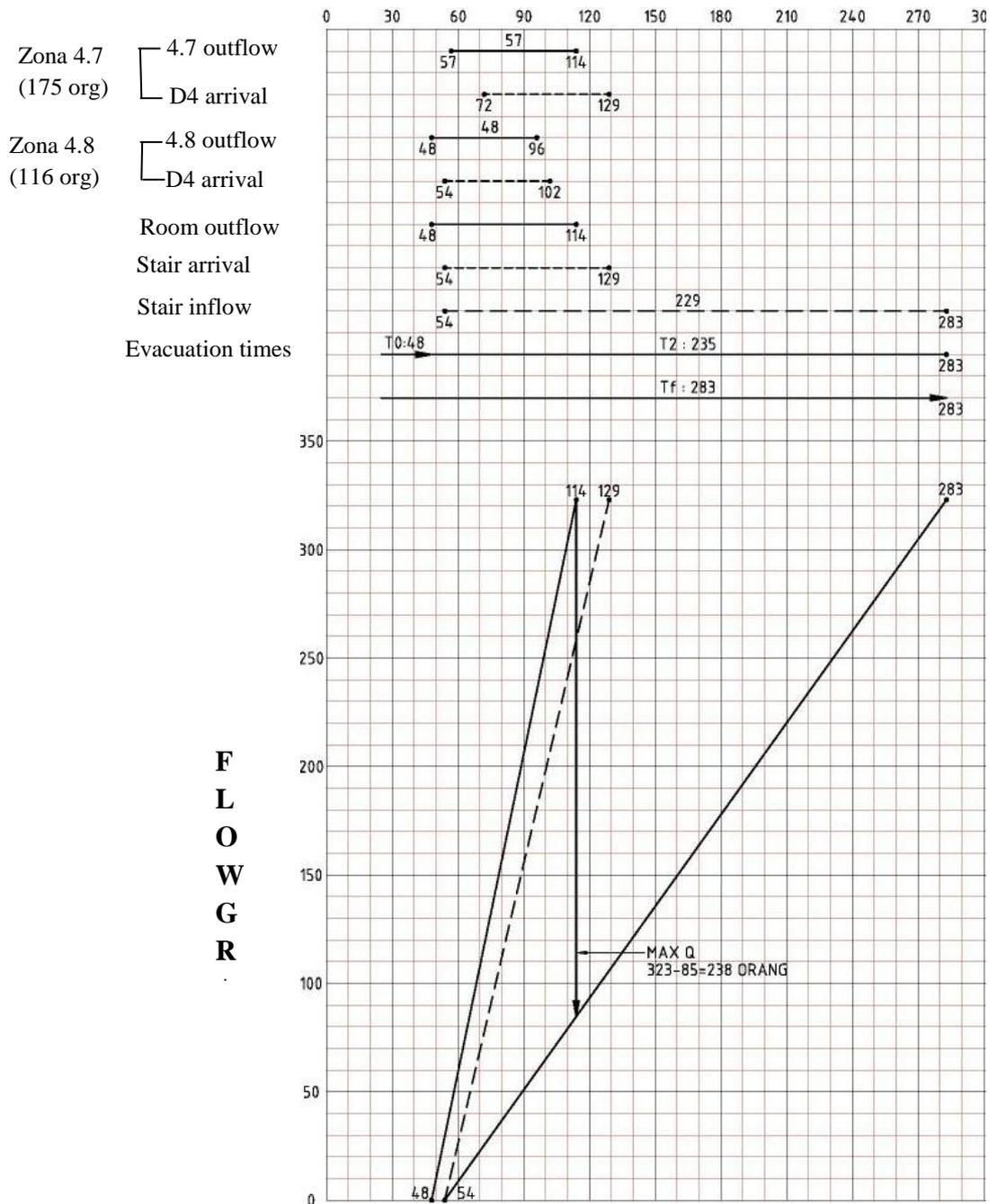
Gambar 4.87 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu B4 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu B4 setelah dilakukan rekomendasi pengalihan arus penghuni dari pintu A4. Sebanyak 341 orang penghuni yang keluar melewati pintu B4 memerlukan waktu selama 273 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 148 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu B4 pada detik ke-54, dan mulai masuk pintu B4 pada detik ke-59 sampai dengan detik ke-273. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-114 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu B4 sebanyak 224 orang.



Gambar 4.88 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu C4 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu C4 setelah dilakukan rekomendasi pengalihan arus penghuni ke pintu D4 (pintu tambahan). Sebanyak 169 orang penghuni yang keluar melewati pintu C4 memerlukan waktu selama 152 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 104 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu C4 pada detik ke-30, dan mulai masuk pintu C4 pada detik ke-32 sampai dengan detik ke-152. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-80 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu C4 sebanyak 101 orang.



Gambar 4.89 Grafik Waktu dan Aliran Keluar Penghuni ke Pintu D4 (Rekomendasi)

Grafik waktu dan aliran penghuni yang menggunakan pintu D4 setelah dilakukan rekomendasi pengalihan arus penghuni dari pintu C4. Sebanyak 291 orang penghuni yang keluar melewati pintu D4 memerlukan waktu selama 283 detik dengan batas waktu yang disyaratkan adalah 137 detik. Penghuni mulai keluar ruangan menuju pintu D4 pada detik ke-48, dan mulai masuk pintu D4 pada detik ke-54 sampai dengan detik ke-291. Pada grafik aliran penghuni, pada detik ke-114 terjadi penumpukan penghuni diarea pintu D4 sebanyak 238 orang.

Dari grafik waktu dan aliran keluar penghuni ke masing-masing pintu tersebut dapat dievaluasi waktu keluar dari lantai 4. Berikut tabel evaluasi waktu keluar dari lantai 4 :

Tabel 4.15 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 4 (Rekomendasi)

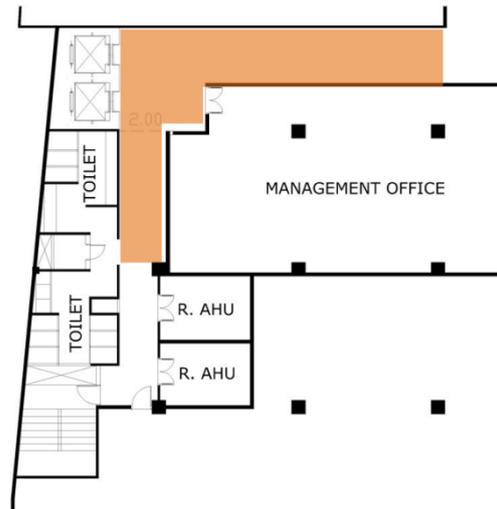
	Pintu A4	Pintu B4	Pintu C4	Pintu D4
Egress time T2 (dt)	174	240	122	212
Limit time rT2 ($4\sqrt{A1}$ +koridor)	125	148	104	137
Judgement $T2 \leq rT2$	Not OK	Not OK	Not OK	Not OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	216	291	156	255
Limit time rTf ($8\sqrt{A1}$ +koridor)	250	296	208	274
Judgement $Tf \leq rTf$	OK	OK	OK	OK

Dari tabel 4.15 terlihat bahwa masih terdapat selisih waktu yang cukup banyak antara *egrees time* dan *limit time* setelah dilakukan rekomendasi relayout akses sirkulasi penghuni dan penambahan lebar koridor. Sehingga perlu solusi lagi untuk mengurangi *egress time*, yaitu dengan menambahkan lebar pintu keluar A4, B4 dan D4 menjadi dua kalinya (1.6 meter). Untuk lebar pintu keluar C4 tetap 0.94 meter, karena selisih *egress time* dengan batas waktu yang disyaratkan 18 detik lebih lama. Berikut tabel evakuasi waktu keluar dari lantai 4 setelah penambahan lebar pintu menjadi dua kalinya :

Tabel 4.16 Evaluasi Waktu Keluar dari Lantai 4 (Rekomendasi)

	Pintu A4	Pintu B4	Pintu C4	Pintu D4
Egress time T2 (dt)	103	144	122	127
Limit time rT2 ($4\sqrt{A1}$ +koridor)	125	148	104	137
Judgement $T2 \leq rT2$	OK	OK	Not OK	OK
Egress time dari lantai Tf (dt)	145	191	156	170
Limit time rTf ($8\sqrt{A1}$ +koridor)	250	296	208	274
Judgement $Tf \leq rTf$	OK	OK	OK	OK

Dengan penambahan lebar pintu A4, B4 dan D4 menjadi dua kalinya (1.6 meter), maka *egress time* lebih cepat dari batas waktu yang disyaratkan.



Gambar 4.90 Rekomendasi Penambahan Lebar Koridor Menuju Pintu B4

Aksesibilitas untuk evakuasi penyandang disabilitas pada bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square ini belum tersedia. Dalam SNI 03-1746-2000 bangunan yang mempunyai akses tangga darurat harus menyediakan ruangan untuk menampung satu kursi roda untuk setiap 200 orang penghuni. Lantai 4 terdapat tiga akses tangga darurat yang digunakan yaitu tangga A, tangga B dan tangga C. Tangga A digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 243 orang, tangga B digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 301 orang, sedangkan tangga C digunakan untuk akses evakuasi penghuni sebanyak 169 orang. Sehingga untuk tangga darurat A dan B pada lantai 4 dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung dua kursi roda dengan ukuran masing-masing kursi roda 76 x 120 cm. Sedangkan untuk tangga darurat C dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung satu kursi roda dengan lebar 90 cm.

4.6 Evaluasi Waktu Keluar dari Bangunan

Proses evaluasi keluar dari bangunan dimulai dari memprediksi arus penghuni keluar dari pintu darurat menuju ke luar bangunan (sirkulasi vertikal). Dalam tahap evaluasi ini, dianalisa arus seluruh penghuni bangunan setiap ruangan/ zona melalui pintu keluar/ tangga darurat yang terdekat untuk keluar dari dalam bangunan. Prediksi ini menggunakan hubungan antara kecepatan dan densitas dari Nelson dan MacLennan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = k - (akD)$$

Keterangan : S = Kecepatan (m/s)

k = konstanta

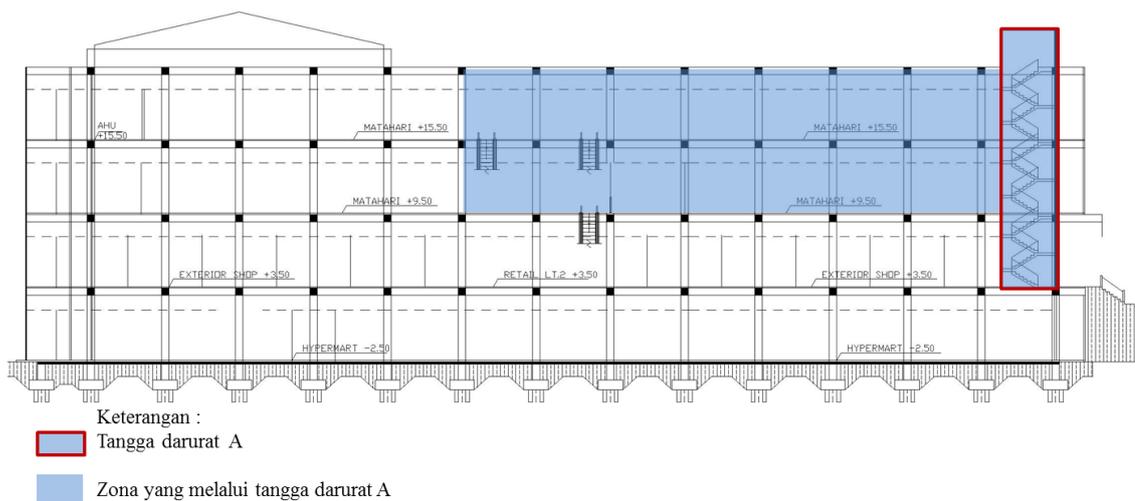
a = kecepatan berjalan (0,266 m/s)

D = densitas per unit

Perhitungan ini dipengaruhi oleh jumlah penghuni yang melalui tangga darurat, kecepatan berjalan, dimensi tangga darurat, jumlah bordes, laju aliran melalui tangga darurat dan tinggi ruangan dari lantai ke lantai.

4.6.1 Evaluasi waktu keluar dari lantai melalui tangga darurat A

Tangga darurat A yang berada di sisi kiri bangunan digunakan untuk dua lantai yaitu lantai 3 dan lantai 4 yang merupakan tenant Matahari. Berikut prediksi waktu keluar dari lantai yang melalui pintu darurat A :



Gambar 4.91 Zona Vertikal Penghuni yang Melalui Tangga Darurat A

Data :

Tipe tangga darurat : 7.0/11

Jumlah penghuni yang melalui tangga darurat A (P): 543 orang

Jarak vertikal lantai ke lantai : 6 meter

Lebar pintu darurat : 1.6 m

Lebar bersih tangga darurat : 1.58 m

Dimensi bordes : 3.35 x 1.47 m

Densitas (D) : $\frac{1}{2} \times a = \frac{1}{2} \times 0.266 = 1.88$

Perhitungan :

1. Menghitung laju aliran

Tabel 4.17 : Laju Aliran Melalui Tangga Darurat

Komponen	Lebar efisien (m)	Arus spesifik (org/m/s)	Laju aliran
Pintu ke tangga	0.51	1.32	0.67
Tangga	0.94	1.01	0.95
Bordes	0.82	1.32	1.08

Waktu untuk keluar dari pintu darurat dengan memilih laju aliran pintu menuju tangga darurat sebagai komponen kontrol dikarenakan nilainya terkecil.

2. Estimasi waktu untuk melalui tangga darurat

Jumlah penghuni/laju aliran = $543/0.67 = 810.6$ detik = 13.51 menit

3. Waktu tempuh ke bawah melalui satu tangga tiga bordes (Tangga darurat tipe 7.0/11 $\sin \theta = 0.537$, $k = 1.08$)

a. Jarak diagonal tangga = jarak vertikal x $\sin \theta$.

$$\text{Jarak diagonal} = 6 \times 0.537 = 3.2 \text{ meter}$$

b. Kecepatan berjalan melalui tangga darurat

$$\begin{aligned} S &= k - (akD) \\ &= 1.08 - (0.266 \times 1.08 \times 1.88) \\ &= 0.54 \text{ m/s} \end{aligned}$$

c. Jarak tempuh sepanjang bordes

$$3 \text{ bordes} + \text{jarak diagonal tangga} = (3 \times 3.35) + 3.2 = 13.25 \text{ meter}$$

d. Waktu tempuh = jarak tempuh sepanjang bordes/S = $13.25/0.54 = 25$
s = 0.4 menit

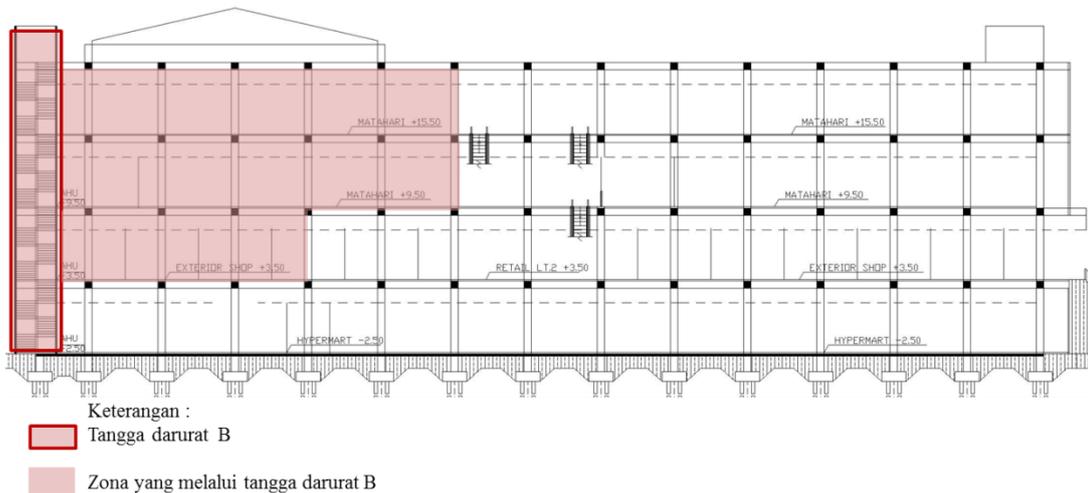
4. Total waktu evakuasi pada tangga darurat

Estimasi + waktu tempuh = $13.51 + 0.42 = 13.93$ menit = 836 detik

Penghuni yang melewati tangga darurat A pertama kali masuk ke pintu darurat pada detik ke-63, sehingga total waktu evakuasi yang dibutuhkan oleh semua penghuni untuk keluar dari bangunan melalui tangga darurat A adalah 899 detik atau 14.9 menit.

4.6.2 Evaluasi waktu keluar dari lantai melalui tangga darurat B

Tangga darurat B yang berada di sisi kanan barat daya bangunan digunakan untuk tiga lantai yaitu lantai 2, 3 dan lantai 4. Berikut prediksi waktu keluar dari lantai yang melalui pintu darurat B :



Gambar 4.92 Zona Vertikal Penghuni yang Melalui Tangga Darurat B

Data :

Tipe tangga darurat : 7.0/11

Jumlah penghuni yang melalui tangga darurat B (P): 778 orang

Jarak vertikal lantai ke lantai : 6 meter

Lebar pintu darurat : 1.6 m

Lebar bersih tangga darurat : 1.86 m

Dimensi bordes : 4 x 1.5 m

Densitas (D) : $\frac{1}{2} \times a = \frac{1}{2} \times 0.266 = 1.88$

Perhitungan :

1. Menghitung laju aliran

Tabel 4.18 : Laju Aliran Melalui Tangga Darurat

Komponen	Lebar efisien (m)	Arus spesifik (org/m/s)	Laju aliran
Pintu ke tangga	0.51	1.32	0.67
Tangga	0.94	1.01	0.95
Bordes	0.82	1.32	1.08

Waktu untuk keluar dari pintu darurat dengan memilih laju aliran pintu menuju tangga darurat sebagai komponen kontrol dikarenakan nilainya terkecil.

2. Estimasi waktu untuk melalui tangga darurat

$$\text{Jumlah penghuni/laju aliran} = 778/0.67 = 1161 \text{ detik} = 19.35 \text{ menit}$$

3. Waktu tempuh ke bawah melalui satu tangga tiga bordes (Tangga darurat tipe 7.0/11 $\sin \theta = 0.537$, $k = 1.08$)a. Jarak diagonal tangga = jarak vertikal x $\sin \theta$.

$$\text{Jarak diagonal} = 6 \times 0.537 = 3.2 \text{ meter}$$

b. Kecepatan berjalan melalui tangga darurat

$$S = k - (akD)$$

$$= 1.08 - (0.266 \times 1.08 \times 1.88)$$

$$= 0.54 \text{ m/s}$$

c. Jarak tempuh sepanjang bordes

$$3 \text{ bordes} + \text{jarak diagonal tangga} = (3 \times 4) + 3.2 = 15.2 \text{ meter}$$

d. Waktu tempuh = jarak tempuh sepanjang bordes/S = $15.2/0.54 = 28.15 \text{ s} = 0.5 \text{ menit}$

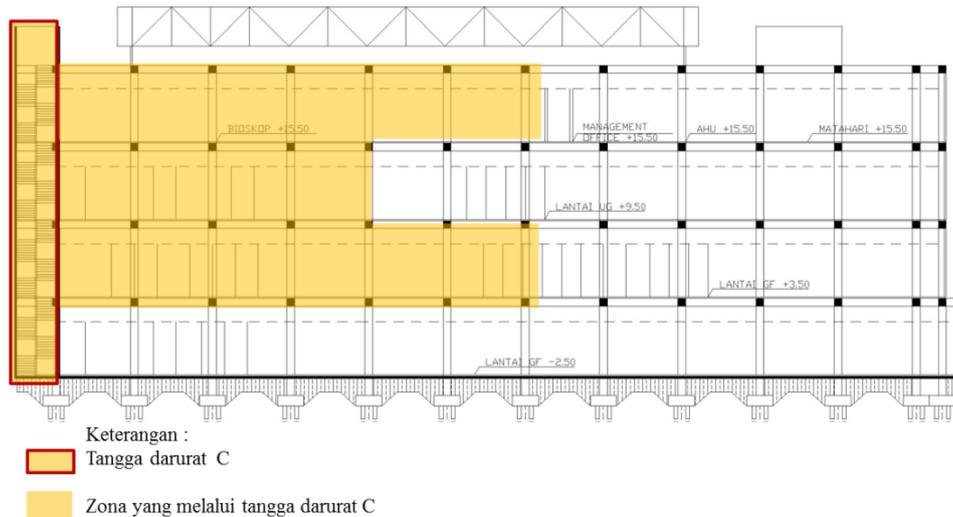
4. Total waktu evakuasi pada tangga darurat

$$\text{Estimasi} + \text{waktu tempuh} = 19.35 + 0.5 = 19.85 \text{ menit} = 1191 \text{ detik}$$

Penghuni yang melewati tangga darurat B pertama kali masuk ke pintu darurat pada detik ke-41, sehingga total waktu evakuasi yang dibutuhkan oleh semua penghuni untuk keluar dari bangunan melalui tangga darurat B adalah 1232 detik atau 20.5 menit.

4.6.3 Evaluasi waktu keluar dari lantai melalui tangga darurat C

Tangga darurat C yang berada di sisi kanan barat daya bangunan digunakan untuk tiga lantai yaitu lantai 2, 3 dan lantai 4. Berikut prediksi waktu keluar dari lantai yang melalui pintu darurat C :



Gambar 4.93 Zona Vertikal Penghuni yang Melalui Tangga Darurat C

Data :

Tipe tangga darurat : 7.0/11

Jumlah penghuni yang melalui tangga darurat C (P): 480 orang

Jarak vertikal lantai ke lantai : 6 meter

Lebar pintu darurat : 1.6 m

Lebar bersih tangga darurat : 1.37 m

Dimensi bordes : 2.57 x 2.88 m

Densitas (D) : $\frac{1}{2} \times a = \frac{1}{2} \times 0.266 = 1.88$

Perhitungan :

1. Menghitung laju aliran

Tabel 4.19 : Laju Aliran Melalui Tangga Darurat

Komponen	Lebar efisien (m)	Arus spesifik (org/m/s)	Laju aliran
Pintu ke tangga	0.51	1.32	0.67
Tangga	0.94	1.01	0.95
Bordes	0.82	1.32	1.08

Waktu untuk keluar dari pintu darurat dengan memilih laju aliran pintu menuju tangga darurat sebagai komponen kontrol dikarenakan nilainya terkecil.

2. Estimasi waktu untuk melalui tangga darurat

Jumlah penghuni/laju aliran = $480/0.67 = 716.4$ detik = 12 menit

3. Waktu tempuh ke bawah melalui satu tangga tiga bordes (Tangga darurat tipe 7.0/11 $\sin \theta = 0.537$, $k = 1.08$)

- a. Jarak diagonal tangga = jarak vertikal x Sin θ .
 Jarak diagonal = $6 \times 0.537 = 3.2$ meter
 - b. Kecepatan berjalan melalui tangga darurat

$$S = k - (akD)$$

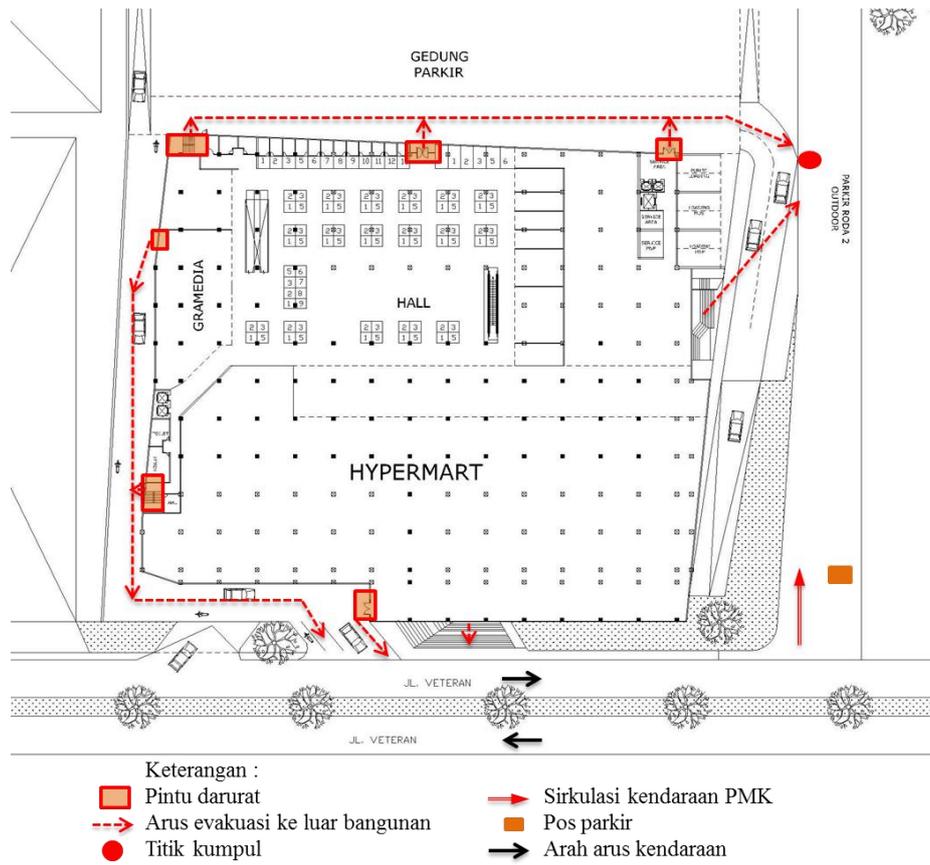
$$= 1.08 - (0.266 \times 1.08 \times 1.88)$$

$$= 0.54 \text{ m/s}$$
 - c. Jarak tempuh sepanjang bordes
 $3 \text{ bordes} + \text{jarak diagonal tangga} = (3 \times 2.88) + 3.2 = 11.84$ meter
 - d. Waktu tempuh = jarak tempuh sepanjang bordes/S = $11.84/0.54 = 22$
 $s = 0.4$ menit
4. Total waktu evakuasi pada tangga darurat
 Estimasi + waktu tempuh = $12 + 0.4 = 12.4$ menit = 744 detik

Penghuni yang melewati tangga darurat C pertama kali masuk ke pintu darurat pada detik ke-42, sehingga total waktu evakuasi yang dibutuhkan oleh semua penghuni untuk keluar dari bangunan melalui tangga darurat C adalah 786 detik atau 13.1 menit.

4.6.4 Sirkulasi Keluar Bangunan

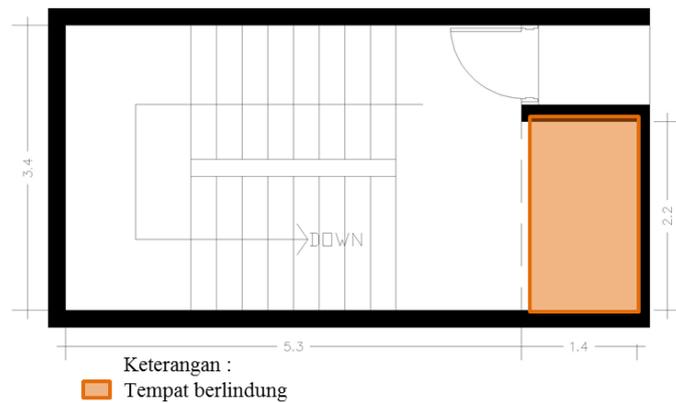
Penghuni yang sudah berada di luar bangunan diasumsikan sudah aman. Selanjutnya penghuni menuju ke titik kumpul atau ruang terbuka yang aman. Titik kumpul pada area pusat perbelanjaan Malang Town Square hanya tersedia di satu tempat, yaitu di samping kiri bangunan tepatnya pada area parkir *outdoor* roda dua. Berikut arus sirkulasi penghuni dari luar bangunan menuju titik kumpul dan area yang lebih aman (gambar 4.94):



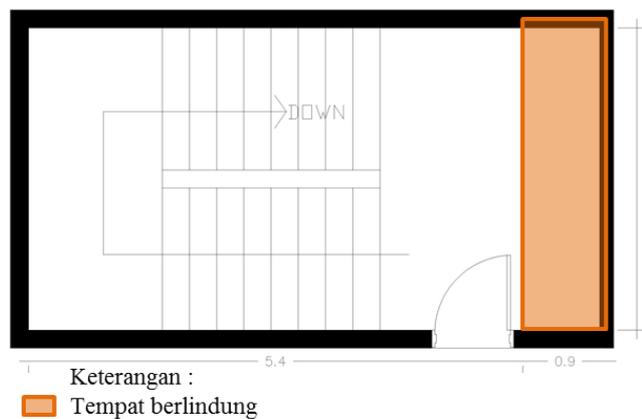
Gambar 4.94 Arus Sirkulasi Evakuasi Keluar Bangunan



Gambar 4.95 Titik Kumpul



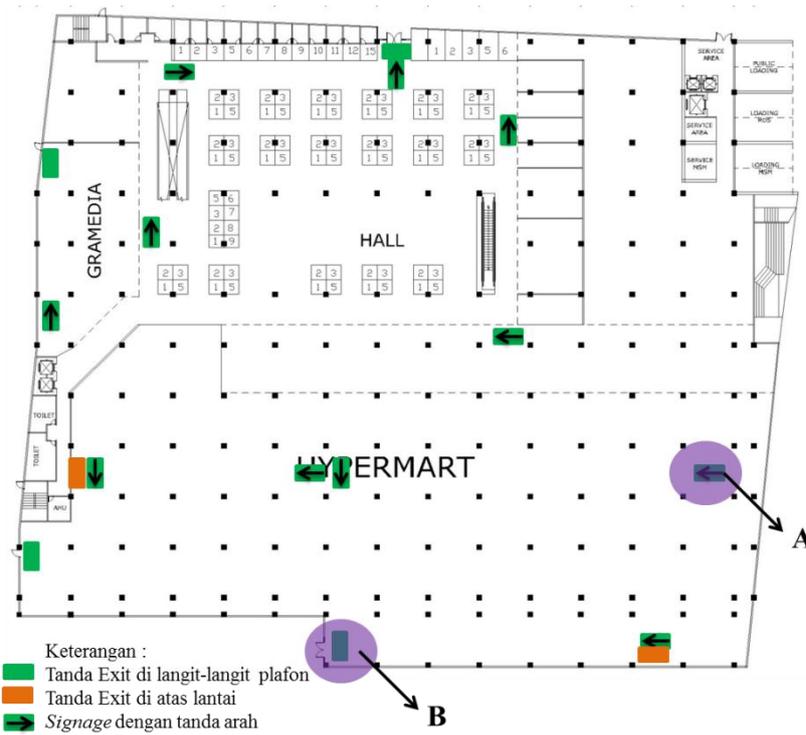
Gambar 4.96 Tempat Berlindung pada Tangga Darurat A



Gambar 4.97 Tempat Berlindung pada Tangga Darurat B dan C

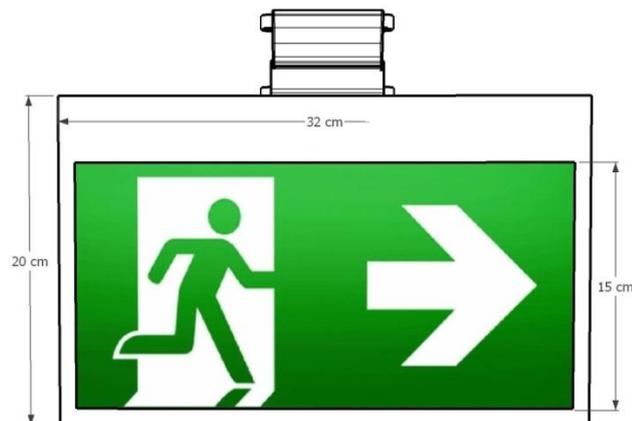
Aksesibilitas untuk evakuasi penyandang disabilitas pada bangunan pusat perbelanjaan Malang Town Square ini belum tersedia. Dalam SNI 03-1746-2000 bangunan yang mempunyai akses tangga darurat harus menyediakan ruangan untuk menampung satu kursi roda untuk setiap 200 orang penghuni. Pusat perbelanjaan Malang Town Square terdapat tiga akses tangga darurat yang digunakan yaitu tangga A, tangga B dan tangga C. Tangga darurat A dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung dua kursi roda dengan ukuran masing-masing kursi roda 76 x 120 cm (gambar 4.96). Sedangkan untuk tangga darurat B dan C dibutuhkan ruang berlindung untuk menampung satu kursi roda dengan lebar 90 cm, namun untuk mengantisipasi banyaknya pengunjung maka disediakan ruangan untuk menampung dua kursi roda (gambar 4.97).

Visualisasi rekomendasi *signage* yang digunakan pada pusat perbelanjaan Malang Town Square adalah sebagai berikut:

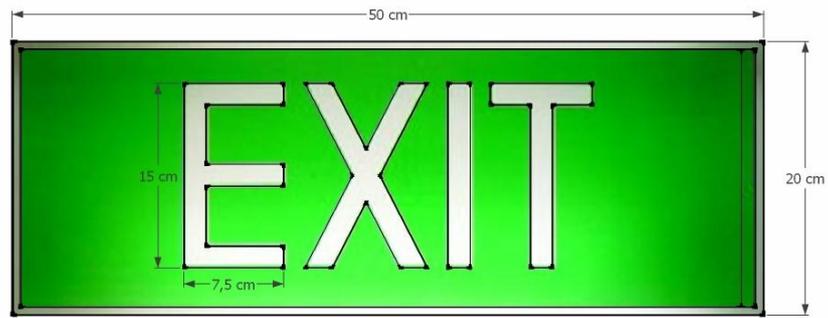


Gambar 4.98 Rekomendasi Signage

Rekomendasi *signage* untuk pusat perbelanjaan Malang Town Square terdiri dari dua jenis, yaitu *signage* yang diletakkan dengan digantung di langit-langit atap (A), dan *signage* yang diletakkan di atas pintu keluar (B). Berikut detail visualisasi rekomendasi *signage* :



Gambar 4.99 Signage (A) yang Digantung di Langit-langit Atap



Gambar 4.100 Signage (B) yang Diletakan di Atas Pintu Keluar



Gambar 4.101 Signage (B) yang Diletakan di Atas Pintu Keluar Darurat