

BAB IV

PEMBAHASAN

Dalam Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2010 tentang Cagar Budaya, Bab VII Pelestarian, Bagian Kesatu Umum Pasal 53 butir ke-4 (empat) disebutkan bahwa: “Pelestarian Cagar Budaya harus didukung oleh kegiatan pendokumentasian sebelum dilakukan kegiatan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan keasliannya.”

Konservasi Bangunan Cagar Budaya harus melalui proses rekam data dan pendokumentasian bangunan beserta sistem pendukungnya. Pendataan dan Pendokumentasian awal adalah sebuah proses penting sebagai dasar dari diskusi dengan tenaga ahli yang berkaitan dalam proses konservasi. Ada beberapa hal yang dilakukan dalam rekam jejak masa lalu, kebutuhan data tentang arsitektural bangunan, dari bentuk, ukuran dan jenis material yang digunakan, dapat di telusuri dengan melakukan investigasi fisik bangunannya.

IV.1. Rekam Data dan Dokumentasi Aspek Arsitektur

Pendokumentasian sangat penting. Hal ini harus nyata dilakukan dalam tindak konservasi bangunan Cagar Budaya. Dokumentasi lengkap akan dipergunakan sebagai sumber bagi para ahli sejarah untuk merangkai kembali potongan-potongan peristiwa masa lalu menjadi satu kesatuan yang utuh. Hal itu juga menjadi sumber penelitian atau penggalian arkeologis yang memadai tentang masa lalu. Hasil penelitian para arkeolog juga dapat dimanfaatkan ilmuwan dari disiplin ilmu yang berbeda. Jadi, ada beragam penelitian ilmiah dapat muncul dari bangunan Cagar Budaya dan lingkungan sekitarnya.

4.1.1. Metode Penyelidikan Arsitektur

Penyelidikan arsitektur digunakan untuk mengidentifikasi elemen-elemen pembentuk sebuah karya arsitektur. Data dapat di peroleh dari catatan sejarah dan hasil investigasi di lapangan. Menggunakan beberapa peralatan, bahkan saat ini banyak peralatan modern yang dapat membantu memperoleh data yang akurat, seperti kamera digital, *laser scanner*, *drone*. Selain dengan alat-alat yang modern di lakukan juga penggalian secara manual dan dilakukan dengan sangat hati2, agar tidak merusak elemen-elemen eksisting.

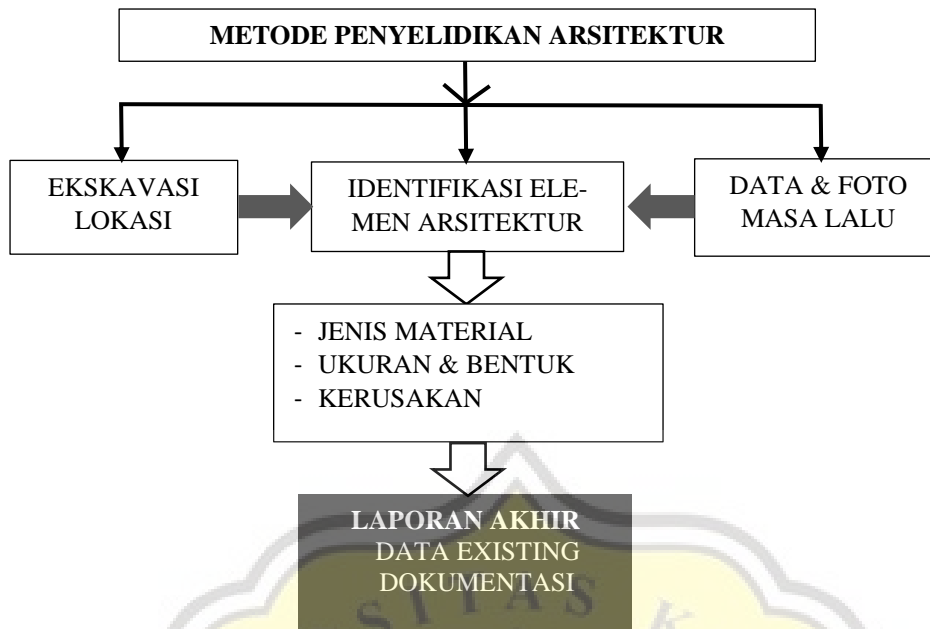


Diagram 4.1. Metode Penyelidikan arsitektur bangunan cagar budaya
Sumber: Sriwati Purnomo, 2021.

Berikut ini adalah Peralatan yang digunakan dalam melakukan kegiatan pendokumentasian Pasar Johar, (Laporan dokumentasi BCB pasar Johar Utara, Kriswandhono dan tim, 2017):

A. Hand Survey

Metode ini juga disebut metode pengukuran manual. Seringkali data/objek di lapangan tidak cukup dideskripsikan, namun perlu diketahui pula dimensi-dimensinya, sehingga perlu dilakukan pengukuran. Peralatan yang digunakan masih tergolong sederhana seperti : penggaris, meteran kecil, rol meter, laser meter, laser level, dan jangka sorong. Karena masih dilakukan dengan tangan, ketrampilan dan ketelitian dokumenter sangat diperlukan.



Gambar 4.1. Pengukuran di lapangan
Sumber: Kriswandhono dan tim, 2017.

B. Foto Digital

Peralatan utama yang diperlukan dalam metode perekaman ini adalah kamera, baik kamera manual maupun digital. Metode ini termasuk metode yang praktis karena si dokumenter hanya perlu membidikkan lensa ke data/objek yang ingin di potret, kemudian mengklik tombol pada kamera. Dalam memotret Cagar Budaya peralatan penunjang perlu diperhatikan, seperti: skala batang, penggaris skala, arah utara, dan papan informasi situs. Foto dalam perekaman data/objek Cagar Budaya sangat penting karena dapat membantu ingatan dalam merekam detail-detail, seperti tangga, ornamen, maupun kondisi real di lapangan. Selain itu, foto dapat digunakan dalam proses deskripsi dan interpretasi.

C. Stereo Photography

Stereo Photography sebenarnya hampir sama dengan metode foto digital (menggunakan kamera). Perbedaan keduanya terletak pada hasil foto yang dihasilkan. Foto objek yang dihasilkan dapat diukur karena pengambilan gambar dilakukan lebih dari dua atau lebih dengan posisi yang berbeda sehingga menghasilkan foto 3D. Foto-foto yang telah diambil selanjutnya diekstrak, kemudian informasi 3D direkonstruksi menggunakan beberapa instrumen perangkat keras (PC).

D. Terrestrial Laser Scanning (TLS)



Gambar 4.2. 3D laser scanner.

Sumber: Kriswandhono dan tim, 2017.

Di Indonesia metode ini biasa disebut *3D laser scanning*. Di Indonesia metode ini telah dimanfaatkan untuk pendokumentasian beberapa Bangunan Cagar Budaya. Alat yang digunakan adalah *terrestrial laser scanner*. Kerja alat ini menggunakan sistem pemindaian laser untuk merekam dan menangkap data koordinat

permukaan objek (x,y,z) yang merupakan data real. Data koordinat titik yang kemudian disebut "point cloud" ini merupakan data yang ditampilkan dalam 3 dimensi, dan dapat diolah dengan program CAD. Salah satu keunggulan dari metode ini adalah data yang dihasilkan mempunyai akurasi yang cukup tinggi. Hal ini dapat digunakan untuk menganalisis kerusakan yang terdapat pada Bangunan Cagar Budaya.

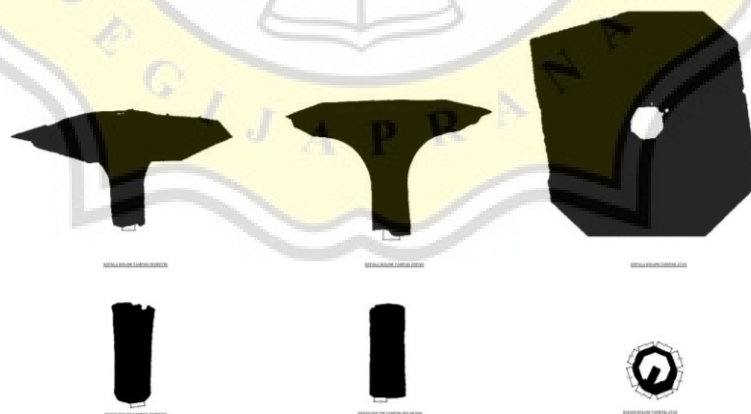


Gambar 4.3. Contoh hasil pemindaian wajah Johar dari Utara dengan 3D laser scanner.

Sumber: Kriswandhono dan tim, 2017.

E. 3D Handheld Scanning

Metode ini biasanya juga disebut hand scanning. Beda metode ini dengan metode TLS adalah alat yang digunakan dan area yang dapat dijangkau. Handheld scanning menggunakan sistem pemindaian lensa stereo untuk merekam dan menangkap data permukaan benda. Alat yang digunakan disebut 3D scanner, cara pengoperasiannya masih manual. Metode ini cocok untuk memindai temuan yang berukuran kecil – sedang.



Gambar 4.4. contoh hasil pemindaian kolom cendawan dengan Handheld scanner.

Sumber: Kriswandhono dan tim, 2017.

F. Aerial Drone Survey

Salah satu metode penginderaan jauh yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memantau kondisi suatu tempat. Alat yang digunakan adalah Unmanned Air Vehicle (UAV) atau lebih dikenal sebagai drone. UAV dilengkapi sensor seperti satelit. Data yang diambil di lapangan selanjutnya harus diolah kembali menggunakan perangkat komputer.



Gambar 4.5. contoh hasil pengambilan gambar dengan drone.
Sumber: Kriswandhono, 2017.

G. Ekskavasi Arkeologi

Ekskavasi arkeologi merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan penggalian di permukaan tanah. Ekskavasi arkeologi dilakukan dengan metode dan sistematis. Pada dasarnya ekskavasi bersifat merusak, maka dalam melakukan ekskavasi prinsip kehati-hatian dan kecermatan sangat diperlukan. Apabila terjadi kesalahan bukan tidak mungkin arkeolog akan kehilangan data/objek. Selama proses ekskavasi berlangsung pencatatan dan pemotretan perlu dilakukan secara berkala karena data yang diambil selama proses ekskavasi tidak dapat dikembalikan seperti keadaan semula.



Gambar 4.6. Ekskavasi pada ruang dalam dan luar.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2017.

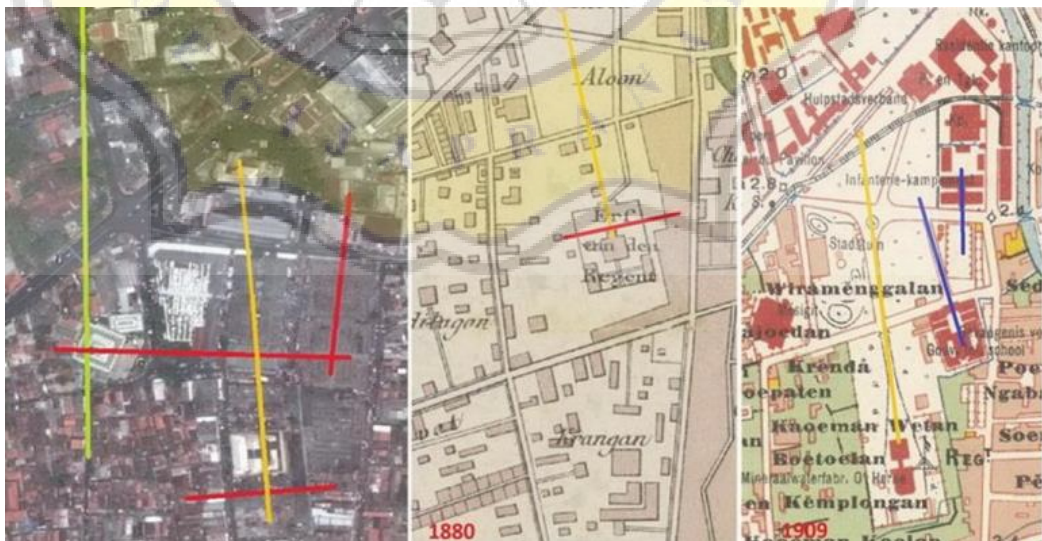
4.1.2. Identifikasi Elemen Arsitektur

Konservasi pasar Johar bukan hanya pada fisik bangunannya saja, tetapi juga pada elemen pendukungnya. Pasar Johar mempunyai nilai-nilai penting yang harus dikembalikan seperti desain awalnya. Investigasi elemen arsitektur dilakukan sebagai awalan tindakan, antara lain pada poros spiritual, tampak bangunan, penghawaan alami, pencahayaan alami, sistem drainage, sistem proteksi terhadap bahaya kebakaran dan material lama yang digunakan.

A. Identifikasi Poros Spiritual

Melalui penataan kawasan, peluang menerapkan dan menampilkan kembali strategi garis dan taktik koneksi kawasan tersebutpun akan ada. Dengan : 1) Melestarikan keaslian pasar Sentral atau pasar Johar karya Karsten, 2). Menghadirkan kembali sebagian alun-alun dan 3). Mengkoneksikan kembali secara visual gerbang masjid Agung dengan gerbang pasar johar merupakan prinsip dasar penataan kembali kawasan yang dulunya merupakan pusat kota lamanya Semarang.

Bila dulu kita berdiri di as gerbang Masjid Agung dan memandang ke arah timur, kita akan terfokus melihat gerbang pasar, atau sebaliknya bila kita berdisi di as gerbang pasar Johar dan memandang ke arah barat, kita akan terfokus melihat gerbang Masjid Agung, dengan mengkoneksikan kembali ke dua gerbang tersebut, dan tidak meletakkan bangunan pada poros kedua gerbang tersebut, koneksi visual yang dulu pernah ada akan tercipta kembali. Wijanarka, 2015.



Gambar 4.7. Pintu Utama pasar Johar Karya Karsten dikoneksikan ke Gapura / Mustaka Masjid Agung Kauman.

Sumber: Melestarikan Djohar: Mengkoneksikan Kembali Pintu Gerbang Dan Menampilkan Sosok Pedamaran Lor, Wijanarka, 2015.

B. Identifikasi Tampak Bangunan

Langkah-langkah awal pencarian data dan dokumentasi sejarah menjadi awalan proses penyelidikan arsitektur yang dilakukan pada tahun 2017 adalah melihat foto-foto lama pasar Johar pada tahun 1939 dan survey dengan mewawancarai beberapa pedagang lama pasar Johar. Dari hasil survey dan wawancara ditemukan beberapa perubahan yang sudah dilakukan.



Gambar 4.8. Foto-foto lama pasar Johar

Sumber: COLLECTIE TROPENMUSEUM Mensen luisteren naareen toespraak in de Pasar Djohar_TMnr_60052566 1938 1942, Krisprantono, 2017

Pada tahun 1980 an pemerintah Kota Semarang mendirikan bangunan tambahan disepertaran bangunan pasar Johar, sehingga menutupi seluruh wajah asli pasar Johar.



Gambar 4.9. Bangunan tambahan Johar yang dibongkar

Sumber: Sriwati Purnomo, 2017



Gambar 4.10. a) Tampak Utara tahun 1939, b) Tampak Utara tahun 2005, tampak asli sudah tertutup bangunan tambahan dari beton.
 Sumber: Krisprantono, 2017



Gambar 4.11. Bangunan tambahan dilihat dari jalan Pedamaran
 Sumber: Kayu Aji Abadi, 2017



Gambar 4.12. Bangunan tambahan dilihat dari jalan H.Agus Salim(sisi Timur)
 Sumber: Kayu Aji Abadi, 2017



Gambar 4.13. Bangunan tambahan dilihat dari jalan H.Agus Salim(sisi Utara)
Sumber: Kayu Aji Abadi, 2017



Gambar 4.14. Bangunan tambahan dilihat dari Alun-alun(Barat)
Sumber: Kayu Aji Abadi, 2017

C. Identifikasi Sirkulasi Udara dan Pencahayaan

Johar dulu masih menyisakan ruang luas di atas lapak-lapak pedagang. Pasar nampak lega dan terang. Tidak membutuhkan lampu pada pagi dan siang hari. Kenyamanan terasa sekali.



Gambar 4.15. Pasar Johar 1939 - 1942, tanpa lampu disiang hari tampak terang.
Sumber: COLLECTIE_TROPENMU-
SEUM_De_Pasar_Djohar_TMnr_60052564, Krisprantono dan Tim, 2017.

Hingga sebelum terjadi kebakaran, pada bagian dalam pasar Johar juga dimanfaatkan tanpa memahami nilai pentingnya. Pada lantai mezanin yang awalnya tempat berjualan dengan lapak terbuka dibangun kios-kios tertutup, yang akhirnya menutupi jendela yang berfungsi sebagai masuknya sinar dan udara

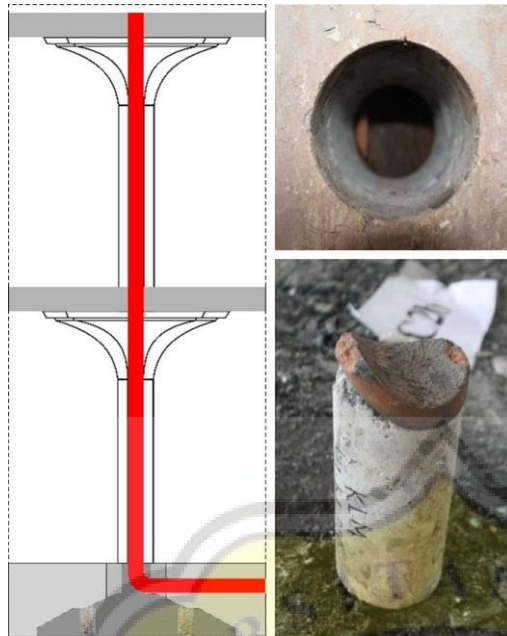
alami; Pada lantai dasar, pedagang membangun lapaknya lebih dari satu lantai hingga menyebabkan ruang dengan void dan atap yang tinggi menjadi gelap dan pengap.



Gambar 4.16. Berjualan diluar batas kios dan lapaknya, pasar Johar 2005.
Sumber: Krisprantono dan tim, 2005

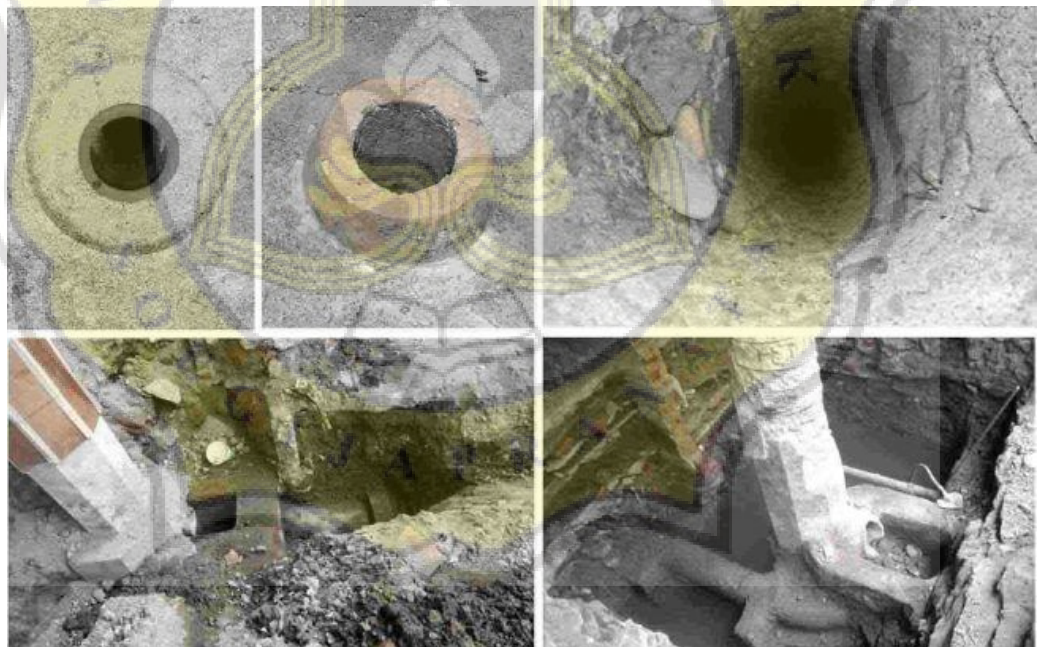
D. Identifikasi Sistem Saluran Pembuangan Air

Kondisi bangunan pasar Johar yang elevasi lantai aslinya berada di bawah jalan sekitarnya juga menjadi salah satu faktor yang membutuhkan pemikiran cerdas dari semua pihak. Sistem drainage di temukan pada atap sebagai pembuangan air hujan yang terhubung ke bagian bawah dengan beberapa kolom pada bagian tepi dan tersambung dengan saluran pembuangan air menuju ke saluran besar di seputar pedestrian bangunan pasar Johar. Sebagian dari torong masih berfungsi normal, sebagian lainnya sudah tersumbat.



Pada kolom cendawan sisi terluar, beberapa di temukan lubang di bagian tengahnya, yang berfungsi sebagai torong untuk mengalirkan air hujan. Torong ini dari atap melewati badan kolom dan tersambung dengan saluran air menuju keluar bangunan. Material yang ditemukan pada beberapa bagian tengah kolom adalah terakota, sebagian lagi beton tanpa terakota.

Gambar 4.17. a) Ilustrasi kolom dengan lubang torong air hujan di bagian tengahnya (sumber: Sriwati Purnomo, 2018). b) Lubang pada badan kolom dan Sampel hasil *coring* (sumber: Kriswandhono dan tim, 2017)



Gambar 4.18. a) Lubang saluran air hujan pada atap, b) Lubang saluran air hujan pada atap, c) Lubang saluran air hujan pada tengah kolom, d) Bak kontrol pada bagian bawah kolom, e) Lubang saluran air hujan pada bagian bawah kolom. Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Selain pada kolom ditemukan juga lubang pembuangan air pada lantai di tengah bangunan pasar, diduga digunakan pada saat pembersihan pada bagian tengah pasar. Lubang saluran ini menuju ke saluran di luar bangunan pasar Johar.



Gambar 4.19. a) Lubang saluran di dalam bangunan pasar Johar, b) Detail lubang saluran pada lantai.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Pada bagian luar bangunan pasar Johar ditemukan drainage dari buis beton dengan diameter 1(satu) meter. Kondisinya penuh dengan sampah. Beberapa bagian kondisi fisiknya masih bagus dan dapat dipergunakan lagi.



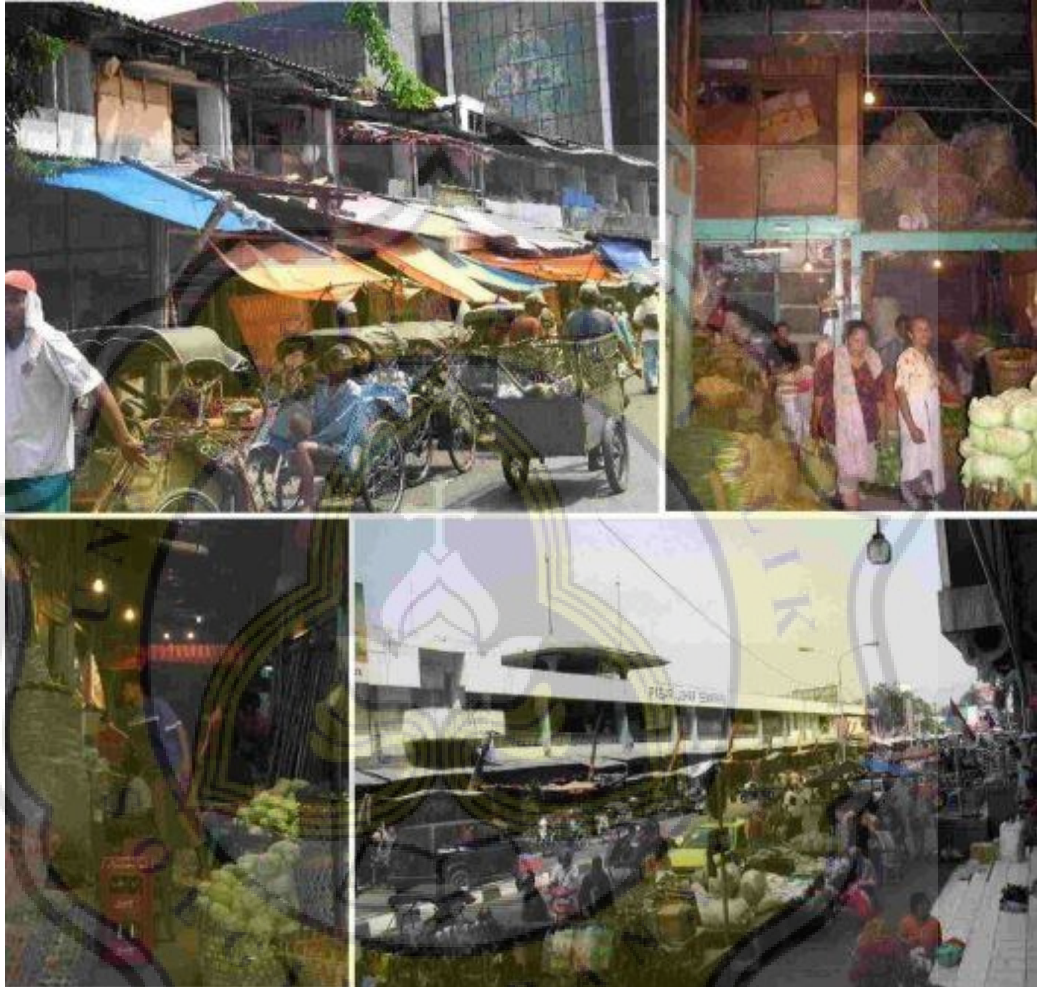
Gambar 4.20. Lubang saluran air kotor pada pedestrian bangunan pasar.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2019.

E. Identifikasi Sistem Keamanan Terhadap Bahaya Kebakaran

Pada kondisi setelah terbakar tidak terlihat sama sekali sisa-sisa jaringan listrik yang bisa menjadi data dan bisa diidentifikasi. Melihat dari foto-foto pada tahun 2005 pemakaian listrik di pasar Johar diduga berlebihan. Pedagang membangun lapaknya menjadi lebih dari satu lantai. Ruang pasar menjadi gelap,

karena tertutup dengan lapak-lapak yang tinggi. Selama bertahun-tahun hal ini dibiarkan bahkan semakin pengap; kabel listrik terpasang tidak teratur; pemakaian daya listrik berlebihan; alat pemadam kebakaran diduga tidak tersedia; jalur untuk mobil pemadam kebakaran terisi oleh banyaknya pedagang kaki lima yang memakan ruang milik jalan.



Gambar 4.21. a) Pasar Johar pada sisi Timur, pedagang kaki lima yang menempel pada pasar berjualan pada bahu jalan, b) Ruang dagang yang sudah tidak terbatas, c) Jalur sirkulasi pembeli yang penuh barang dagangan, d) Pedagang kaki lima yang memenuhi ruang milik jalan.
Sumber: Krisprantono dan Tim, 2005.

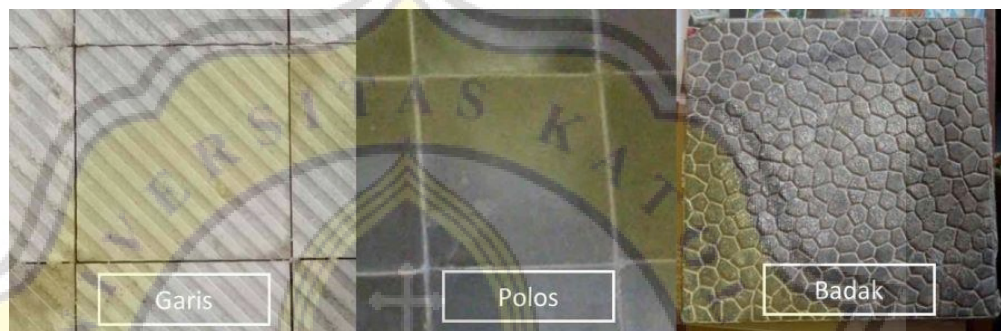
F. Identifikasi Material Bangunan

1. Penutup Lantai

Elevasi lantai pasar Johar pasca kebakaran adalah bukan elevasi lantai yang sama pada tahun 1939, lantai di dalam bangunan maupun pedestrian sudah di

lapisi beberapa kali. Ekskavasi dilakukan untuk mencari elevasi lantai asli, di bagian luar maupun bagian dalam bangunan.

Pada lantai ditemukan beberapa macam motif, tegel dengan motif tersebut tidak mudah lagi ditemukan. Survey dilakukan di beberapa tempat untuk upaya mempertahankan jenis dan bentuk material dulu. Tegel jenis ini harus diproduksi khusus dengan teknologi lama, sehingga harga cukup tinggi bahkan lebih tinggi daripada keramik setara. Karena kebutuhan untuk pasar Johar sangat banyak, maka harus dipesan jauh hari. Pesanan tegel ini membutuhkan waktu sekitar 4(empat) hingga 6(enam) bulan.



Gambar 4.22. Motif tegel yang di gunakan di pasar Johar

Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Pada bagian belakang tegel masih terlihat merk dari tegel saat itu. Salah satunya adalah produksi dari Rumah tegel *Leipziger CommentTegelfabriek* di jalan raya Daendels Lasem yang berdiri tahun 1910 dengan merk awal LZ.

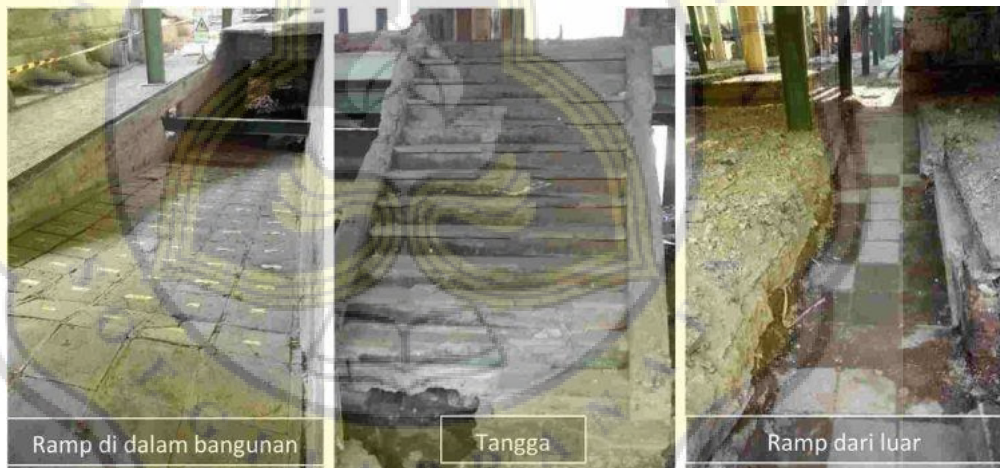
Ada satu lagi yang masih memproduksi hingga sekarang yaitu Pabrik tegel kunci yang berdiri tahun 1927 di Jogjakarta, yang sekarang bernama PT. Matta Indonesia.

Tegel untuk selasar dan ruang dalam berukuran 20x20 sentimeter, sedangkan untuk toilet berukuran 16x16 sentimeter. Pada toilet di temukan juga toilet asli pada masa itu, bahan ditemukan dari besi, sudah terjadi korosi.



Gambar 4.23. a) Temuan merk tegel asli interior dan selasar, b) Temuan tegel asli toilet, c) Temuan batu andesit pada ramp dan tangga, d) Temuan kloset asli
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2017

Pada ramp dan anak tangga ditemukan menggunakan penutup lantai batu andesit. Ditemukan dengan ukuran kurang lebih 30 cm x 30 cm dengan ketebalan sekitar 4(empat) sentimeter. Batu andesit masih mudah di cari saat itu, sehingga harga masih masuk akal.

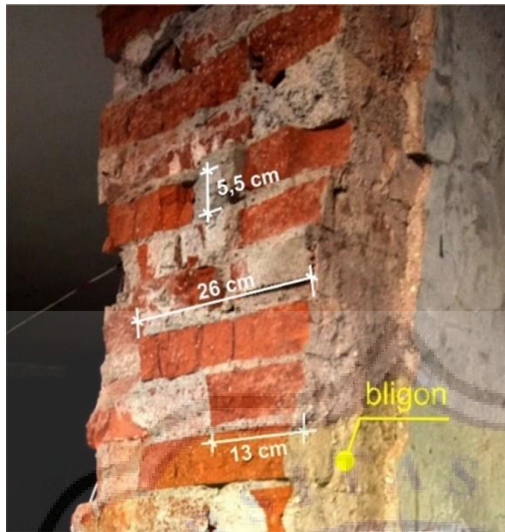


Gambar 4.24. Batu andesit pada ramp dan tangga
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2017

2. Dinding

Dinding pada bangunan pasar Johar bukan merupakan bagian dari struktur bangunan, struktur bangunannya menggunakan beton. Pasangan bata hanya sebagai penyekat ruangan.

Dinding pasar Johar terbuat dari pasangan batu bata yang dipleset dengan adukan bligon. Bligon adalah campuran dari serbuk bata merah, batu



gamping dan pasir. Bata merah asli berukuran lebih besar dari ukuran bata saat ini, Ukuran yang ditemukan kurang lebih 26 cm x 13 cm x 5,5 cm. Ketebalan dinding ditemukan sekitar 40 sentimeter. Di mana di masa sekarang dinding setebal itu hanya ditemukan untuk ruangan khusus.

Gambar 4.25. Dinding bata asli pasar Johar
Sumber: Sriwati Purnomo, 2017

3. Jendela

Kusen pada fasad Pasar Johar yang kini hanya menyisakan bongkahan kayu dan arang bekas terbakar meninggalkan jejak bagaimana kusen tersebut didesain dengan skala manusia yang tepat dengan perletakan yang presisi sebagaimana terlihat dari bekas angkur yang tersisa di atap maupun plat podium. (Laporan dokumentasi BCB pasar Johar Utara, A.Kriswandhono dan tim, 2017).



Gambar 4.26. Arang bekas kusen, tersisa angkur lama.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2017

4. Kolom

Kolom yang ditemukan adalah kolom dari material beton dengan konstruksi jamur (*mushroom construction*), kolom ini berstruktur tunggal dan telah banyak digunakan dinegara Eropa dan Amerika sebelum pasar Johar didirikan.

Pada bagian badan dan kepala kolom terdapat pipa besi yang menembus dari sisi satu ke sisi lain yang diduga sebagai pengaku pada saat proses pengecoran. Tiap-tiap sisi badan kolom dan cendawan memiliki ukuran yang hampir seragam, ketelitian ini menjadi sebuah hal yang menarik mengingat pada masa tersebut teknologi pengecoran belum berkembang seperti sekarang. (Laporan dokumentasi BCB pasar Johar Utara, Kriswandhono dan tim, 2017).



Gambar 4.27. Temuan pipa besi pada badan kolom.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Pada tahun 1909 CAP Turner dan Robert Mailart mendapatkan paten untuk konstruksi pelat datar dan kolom jamur. Konstruksi ini membuat ketinggian bangunan lebih efisien dan pemasangan dinding lebih mudah, karena tidak ada balok pada sistem plat datar.



Gambar 4.28. (1,2)C.A.P. Turner: Four-way Flat-plate System, 1909, (3)Robert Maillart: Warehouse, 1910, (4)CAP Turner, details of mushroom slab construction, 1905 (Sumber: Gasparini, 2002, Fig. 6), (5)Tiga pasar karya Karsten di Semarang (Sumber: Sriwati Purnomo, 2018)

Di Kota Semarang ada desain karya Karsten menggunakan konstruksi flat slab dengan kolom jamur, Pasar Randusari, Pasar Jatingaleh dan Pasar Johar. Pada desain ini terlihat ruang pasar yang rapi pada bagian atasnya, tidak adanya balok yang melintang pada bagian atas, maka plafond dapat diekspos pelat betonnya. Lebih mudah melakukan perawatan. Pada pasar Randusari terlihat bentuk cendawan yang masih kaku, lurus dan tanpa ornamen pada

pertemuan antara atap dan kolom. Ada elevasi yang berbeda pada bagian tengah atapnya, yang dimaksudkan untuk sirkulasi udara, agar ruang dalam pasar tidak panas. Pada pasar Jatingaleh terlihat bentuk Cendawan dengan lengkungan, terlihat tidak kaku. Pada bagian atap terdapat beberapa lubang diantara modul kolom. Lubang tersebut berfungsi sebagai sirkulasi udara dan masuknya cahaya alami. Pada pasar Johar kolom cendawan terlihat lebih indah, dengan penambahan ornamen pada pertemuan antara cendawan dengan atap. Ukuran cendawan lebih besar diameternya.

IV.2. Rekam Data dan Dokumentasi Aspek Struktur

Penyelidikan awal pada bangunan cagar budaya pasar Johar dilakukan dengan pengambilan data dan dokumentasi lengkap di lapangan. Proses pelaksanaan dilapangan melalui beberapa tahap yang dilakukan dengan sangat teliti dan hati-hati, dari pengukuran hingga ekskavasi pada beberapa elemen bangunan yang terkait sistem struktur pada bangunan pasar Johar yaitu : Pondasi dan kolom. Diharapkan dapat memberikan data lengkap tentang sistem bangunan dan jenis material asli yang digunakan. Dengan adanya data lengkap, diharapkan bangunan cagar budaya pasar Johar dapat dipertahankan, diperkuat, diperbaiki dan dapat difungsikan kembali seperti sedia kala.

4.2.1. Metode Penyelidikan Struktur

Bangunan beton pada desain pasar adalah bangunan berkelanjutan, dengan intensitas penggunaan yang terus menerus dan jumlah pengguna yang padat. Keselamatan pengguna adalah faktor terpenting, maka keandalan bangunan harus menjadi perhatian utama.

Hal yang harus diingat khususnya pada sebuah bangunan cagar budaya adalah ketidaktersediaan informasi terkait bangunan itu sendiri terlebih bangunan tersebut bukan sebagai bangunan museum yang umumnya dilakukan perawatan secara rutin. Sehubungan dengan hal tersebut penelitian pada Bangunan Cagar Budaya Pasar Johar Semarang, Jawa Tengah tidak hanya ditujukan untuk mengetahui jenis material dan tingkat kerusakannya namun juga pada aspek dimensi dan geometri. Penyelidikan struktur secara menyeluruh yang mengkombinasikan teknik pengujian yang bersifat merusak (*destructive test*) dan tidak merusak (*non-destructive test*) digunakan untuk mengetahui kondisi dan tingkat kerusakan bangunan (Bungey, et.al, 2006).



Diagram 4.2. Metode Penyelidikan Struktur bangunan cagar budaya
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2021.

Pada pembahasan ini akan dijelaskan pengujian struktur bangunan yang langsung pada elemen pondasi dan kolom. Peralatan yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Jenis Pengujian dan alat yang digunakan.

NO	JENIS PENGUJIAN	ALAT	ELEMEN
1	Hammer Test	Schmidt Hammer	Kolom
2	Rebar Scan	Cover meter	Kolom
3	Core Drill	Core Drill	Pondasi,kolom
4	Chipping	Jack hammer	Kolom

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

1. *Hammer Test*

Hammer test adalah pengujian kualitas (permukaan) dan keseragaman material beton di elemen struktur. berdasarkan SNI 03-4430-1997 “Metoda pengujian elemen struktur beton dengan alat palu beton tipe N dan NR”

Metoda pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban impak (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan memberikan suatu besaran energi yang telah ditentukan. Nilai pantul (*rebound number*) yang timbul setelah terjadi tumbukan dengan

permukaan beton benda uji menggambarkan kekerasan atau kepadatan permukaan beton yang diuji. Kekerasan atau kepadatan permukaan beton yang didapat melalui *rebound hammer test* dapat digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kualitas permukaan beton (Bungey, et.al, 2006, Sandi Darma, 2017).

Secara umum, semakin tinggi angka pantul pada suatu permukaan beton yang didapat melalui *rebound hammer test* menggambarkan tingginya kekerasan atau kepadatan permukaan beton. Hal ini dapat mengindikasikan kualitas permukaan beton dan juga dapat juga digunakan sebagai penilaian kualitas selimut beton (Brencich et.al, 2020, Bungey, et.al, 2006, Malhotra and Carino, 2003, Malhotra, 1976, Sandi Darma, 2017).

Tabel 4.2. Korelasi angka pantul terhadap kualitas permukaan beton.

Angka pantul	Kualitas Beton
>40	Sangat baik
30 - 40	Baik
20 - 30	Cukup
<20	Buruk

Sumber: Brencich et.al, 2020, Bungey, et.al, 2006, Malhotra and Carino, 2003, Malhotra, 1976, Sandi Darma, 2017.

Jenis hammer yang dipakai untuk mengevaluasi kualitas beton di bangunan pasar Johar adalah jenis *Schmidt hammer*. Alat ini sangat berguna untuk



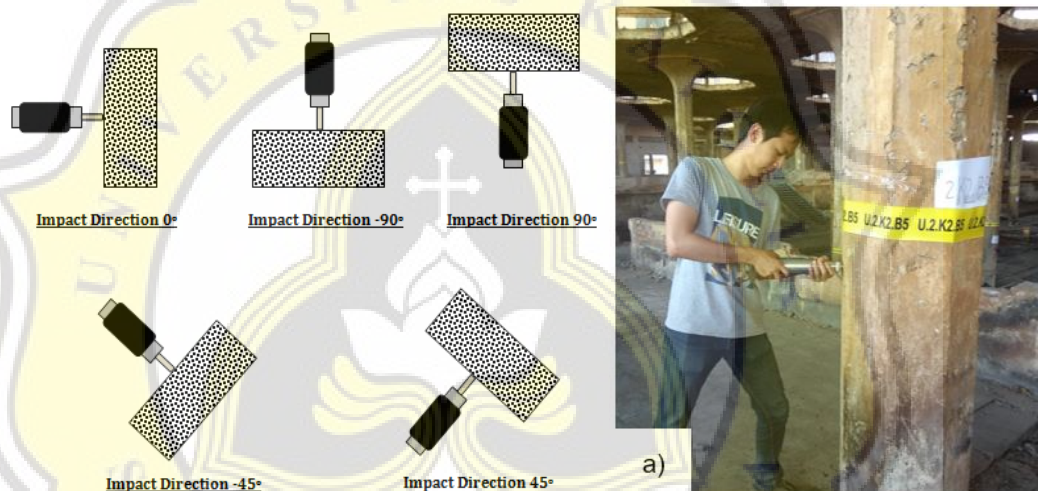
mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Karena kesederhanaannya, pengujian dengan menggunakan alat ini dapat dilakukan dengan cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang singkat.

Gambar 4.29. Alat untuk *hammer test* @Proceq
 Sumber: <https://teknologisurvey.com>

Alat ini sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton, misalnya keberadaan partikel batu pada bagian-bagian tertentu dekat permukaan (Bungey, et.al, 2006, Sandi Darma, 2017).

Oleh karena itu, diperlukan pengambilan beberapa kali pembacaan di sekitar lokasi pengukuran, yang hasilnya kemudian dirata-ratakan. Untuk mendapatkan data yang baik, dilakukan pengambilan antara 9 sampai 25 kali pembacaan untuk setiap daerah pengujian seluas maksimum 300 mm², jarak antara dua lokasi pengukuran tidak boleh kurang dari 20 mm (SNI 03-4430-1997).

Nilai angka pantul *rebound hammer test* tergantung pada posisi atau arah penempatan alat *hammer* pada permukaan elemen struktur. Pada pelaksanaan terdapat lima cara penempatan alat *hammer* dalam pengambilan data pantulan.



Gambar 4.30. a) Arah penempatan alat *hammer*, b) Pengujian *hammer test* pada struktur kolom.

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

Pengujian *hammer test* di bangunan pasar Johar dilakukan pada elemen struktur kolom. Arah tembakan *hammer* untuk kolom adalah 0 derajat sedangkan untuk pelat adalah 90 derajat.

Hasil pengujian *hammer test* dapat digunakan untuk memprediksi kuat tekan beton secara kualitatif ataupun secara kuantitatif. Patil et.al (2015) mengkorelasikan nilai angka pantul yang didapat melalui pengujian *Schmidt hammer* dapat digunakan untuk menjustifikasi kualitas selimut dan selimut beton.

2. Rebar Scan

Pengujian *Rebar Scan* adalah pengujian untuk mengetahui posisi tulangan dan ketebalan selimut beton. Sehubungan dengan hal tersebut konfigurasi tulangan seperti jarak antar tulangan dan besar diameter tulangan dapat diprediksi. Penggunaan rebar scanner telah banyak diterapkan di beberapa dalam kegiatan investigasi bangunan.

Teknologi yang digunakan adalah *the pulse-induction method*, dimana metoda ini didasarkan pada induksi gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi baja tulangan. *Coil* pada *probe* secara periodik dibebani arus gelombang sehingga menghasilkan medan magnet. Pada permukaan bahan yang konduktif akan menginduksi medan magnet dalam arah yang berlawanan. Perubahan yang dihasilkan dalam tegangan ini yang digunakan untuk pengukuran. Baja tulangan yang lebih dekat dengan *probe* atau ukuran yang lebih besar akan menghasilkan medan magnet yang kuat (Bungey, et.al, 2006, Sandi Darma, 2017).

Pemrosesan sinyal selain membantu melokalisasi pembacaan baja tulangan, juga dapat menentukan tebal selimut beton dan mengestimasi diameter tulangan. Metoda ini tidak dipengaruhi oleh bahan non konduktif seperti beton, kayu, plastik, batu bata, dll. Namun setiap jenis bahan konduktif dalam medan magnet akan memiliki pengaruh pada hasil pengukuran.

Cover meter atau Rebar scanner yang digunakan dalam kegiatan investigasi bangunan pasar Johar yakni rebar scan ZBL R-800.

Spesifikasi rebar scanner ZBL R-800, mampu mendeteksi tulangan dari diameter



6 mm hingga 50 mm. Kedalaman tulangan yang mampu di deteksi adalah hingga 196 mm untuk tulangan dengan diameter 50 mm.

Gambar 4.31. Rebar scan @ZBL R-800
Sumber: <https://www.zbltest.com>

Tabel 4.3. Spesifikasi rebar scanner ZBL R-800.

Rentang diameter tulangan		6 mm s/d 50 mm	
		Rentang pertama	Rentang kedua
Kedalaman selimut beton		3 ~ 98	3 ~ 196
Error maksimum	± 1 mm	6 ~ 56	3 ~ 77
untuk kedalaman	± 2 mm	58 ~ 69	80 ~ 118
selimut beton	± 3 mm	70 ~ 98	120 ~ 196

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017.

Hal yang perlu diperhatikan pada alat ini adalah *error* prediksi selimut beton akan semakin besar jika diameter tulangan semakin kecil dan posisi tulangan semakin dalam dari permukaan beton atau selimut beton semakin besar. Namun dengan memperhatikan bahwa selimut beton yang terpasang baik pada struktur kolom dan pelat adalah relatif kecil yakni 20 hingga 35 mm maka berdasarkan spesifikasi tersebut keandalan alat ini adalah baik.

3. Core Drill

Pelaksanaan pengambilan beton inti bertujuan untuk mendapatkan sampel beton eksisting dari suatu elemen struktur bangunan. Peralatan untuk mendapatkan beton ini adalah Coring Machine HILTI.

Ukuran sampel beton inti yang didapatkan melalui metoda core drill terdiri dari berbagai jenis ukuran bergantung pada ukuran *core bit* yang digunakan. Ukuran *core bit* yang umumnya digunakan untuk mendapatkan sampel beton inti adalah 3 in dan 4 in dan terkadang dapat juga menggunakan *core bit* dengan ukuran yang lebih besar maupun lebih kecil dari ukuran yang telah disebutkan. Pemilihan ukuran *core bit* ini pada dasarnya bergantung pada ukuran elemen struktur dan ukuran agregat yang digunakan. Penggunaan *core bit* dengan ukuran yang cukup besar relatif terhadap ukuran elemen struktur dikhawatirkan dapat memberikan kerusakan yang cukup berdampak pada kapasitas elemen struktur tersebut. Selain itu juga terdapat potensi resiko kerusakan lainnya seperti terputusnya tulangan pada elemen struktur tersebut pada saat proses pengambilan beton ini.

Penggunaan ukuran *core bit* yang terlalu kecil relatif terhadap ukuran agregat juga dikhawatirkan tidak merepresentasikan kondisi beton sebenarnya



karena besar kemungkinan beton inti yang didapat didominasi oleh agregat dengan ukuran yang relatif besar. Pelaksanaan pengambilan sampel beton inti

pada suatu elemen struktur didasarkan oleh peraturan yang tertera pada SNI 03-2492-2002 "Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti".

Gambar 4.32. *Coring Machine (HILTI)*

Sumber: <https://www.hilti.co.id>

Sampel beton inti yang telah di ekstrak pada masing-masing elemen struktur digunakan dapat untuk mempelajari kondisi dan kualitas material beton eksisting yang terpasang di suatu bangunan seperti yang dijelaskan oleh Ong and Nandakumar (1999).

Pelaksanaan pengambilan sampel beton inti dilakukan pada seluruh elemen struktur pada bangunan pasar Johar, yakni pondasi, kolom dan pelat. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas material beton eksisting baik setelah terbakar seperti kolom dan pelat maupun yang selalu bersentuhan dengan air dan tanah seperti pondasi.

Dari sampel beton tersebut selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan yang bertujuan untuk mendapatkan kuat tekan aktual dari struktur bangunan eksisting. Pelaksanaan uji tekan sampel beton inti dilakukan berdasarkan SNI 03-3403-1994 "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran".

Tabel 4.4: Kuat Tekan dan Mutu beton.

JENIS BETON	MPa	Kg/cm ²
Mutu Tinggi	35 - 65	K400 - K800
Mutu Sedang	20 - <35	K250 - <K400
Mutu Rendah	15 - <20	K175 - <K250
	10 - <15	K125 - <K175

Sumber: SNI 03-3403-1994 Metode pengujian kuat tekan beton inti pemboran.

4. *Chipping* (Kupas Selimut Beton)

Pekerjaan *chipping* atau pengupasan selimut beton pada bangunan pasar Johar bertujuan untuk mengetahui diameter serta kondisi tulangan khususnya setelah paparan temperatur tinggi. Selain itu *chipping* juga dapat difungsikan untuk memverifikasi ketebalan selimut beton yang didapat melalui pengujian *rebar scan*.

Dengan mempertimbangkan kondisi bahwa material beton di elemen struktur bangunan Johar umumnya mengalami kerusakan akibat paparan temperatur tinggi maka metoda *chipping* yang diaplikasikan menggunakan alat bantu berupa palu dan pahat. Namun pada kasus dimana beton dalam kondisi baik maka alat berupa *jack hammer* dapat digunakan. Berdasarkan penjelasan tersebut, metoda yang digunakan untuk suatu pekerjaan *chipping* tentunya disesuaikan oleh kondisi material beton, posisi elemen struktur serta kedalaman posisi tulangan.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, pelaksanaan pekerjaan *chipping* di bangunan pasar Johar hanya dilakukan pada elemen struktur kolom dan pelat. *Chipping* tidak dilakukan pada pondasi dengan pertimbangan keamanan struktur dan aspek lingkungan yang terjadi jika selimut beton dikupas. Perlu diingat bahwa pondasi pasar Johar selalu bersentuhan dengan air dan tanah sehingga resiko korosi akan sangat besar terutama pada kondisi tanpa perlindungan selimut beton.

Hasil pekerjaan *chipping* elemen struktur pasar Johar pada gambar berikut dapat dilihat tebal selimut beton, diameter dan tipe tulangan, jarak aktual tulangan, kondisi tulangan serta detail tulangan lainnya seperti pemutusan tulangan, sambungan lewatan baik pada struktur kolom maupun pelat.



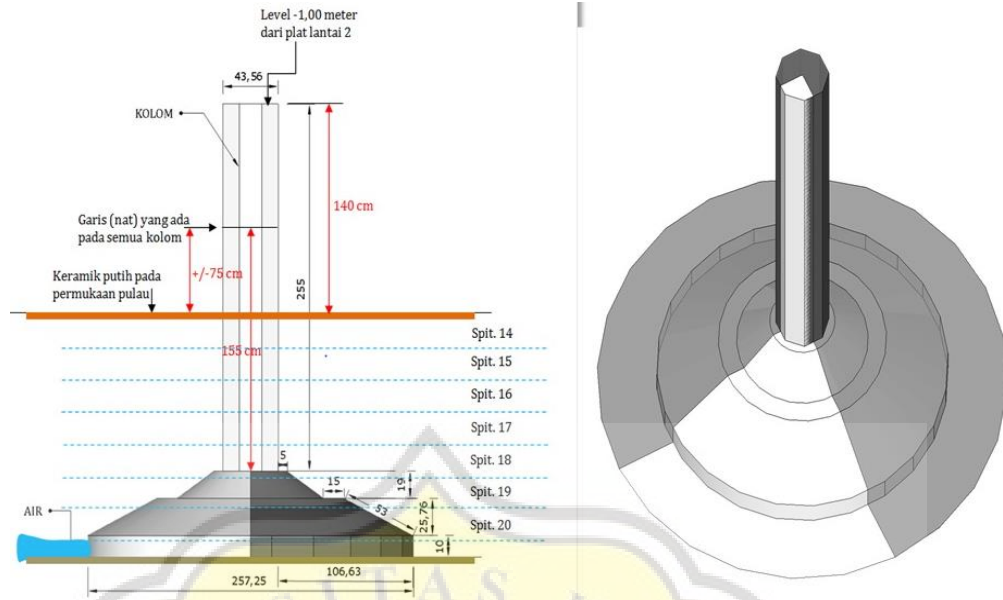
Gambar 4.33. Pelaksanaan *chipping* pada kolom
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017.

4.2.2. Identifikasi Elemen Struktur

Dari hasil pengambilan data dan sampel material pada seluruh elemen struktur dilapangan, akan dilakukan proses pengujian. Beberapa pengujian dapat langsung dilakukan dilapangan, namun ada beberapa yang harus dilakukan di dalam laboratorium struktur. Pada bangunan pasar Johar investigasi yang berkaitan dengan kondisi kekuatan bangunan dilakukan pada pondasi, kolom, pelat lantai dan pelat atap. Pada penulisan ini akan dijelaskan lebih detail penyelidikan pada pondasi dan kolom saja. Proses investigasi pada bangunan cagar budaya tidak hanya berhenti pada awal saja, harus ada pendampingan hingga keseluruhan pelaksanaan proyek selesai. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya permasalahan yang muncul karena adanya temuan-temuan saat pelaksanaan berlangsung.

A. Pondasi

Pada Penelitian pondasi dilakukan penggalian pada area sekitar kolom. Telapak pondasi ditemukan pada kedalaman penggalian sekitar 1,5 meter. Hasil temuan dari penggalian pondasi awal di area void adalah pondasi setempat berbentuk lingkaran dengan diameter ± 257 cm. Kemudian ditemukan pada saat pelaksanaan di area bagian bawah mezanin, pondasi setempat dengan diameter ± 397 cm, berupa struktur tunggal yang berdiri sendiri tanpa ada *sloof* yang mengikat antar pondasi.



Gambar 4.34. Ilustrasi temuan pondasi setempat

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017



Gambar 4.35. a)Penggalian pencarian pondasi. b) Pengukuran diameter pondasi.
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

Penyelidikan lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari telapak pondasi, dengan usia bangunan yang sudah lebih dari 80 tahun, sangat mungkin terjadi penurunan kekuatan pondasi, meskipun pada saat kebakaran pondasi tidak terbakar. Pondasi pasar Johar ini ada dibawah permukaan tanah dengan muka air tanah yang tinggi dan dengan kemungkinan kadar garam yang tinggi, mengingat letak geografisnya berada di bagian Utara Kota Semarang, ditandai dengan air rob

yang sering menggenangi kawasan pasar Johar. Hal yang di takutkan bisa saja terjadi korosi terhadap pondasi, sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan pada pondasi tersebut.

1. Core Drill

Pengambilan sampel beton inti pada pondasi dilakukan pada 3 telapak pondasi yang dipilih secara acak. Karena *core drill* ini bersifat merusak, sehingga tidak dilakukan pengambilan sampel lebih dari 3 pondasi. Ukuran core bit yang digunakan adalah $\varnothing 3$ inchi atau $\varnothing \pm 8,2$ mm. Dengan ukuran tersebut diharapkan tidak melemahkan pondasi.



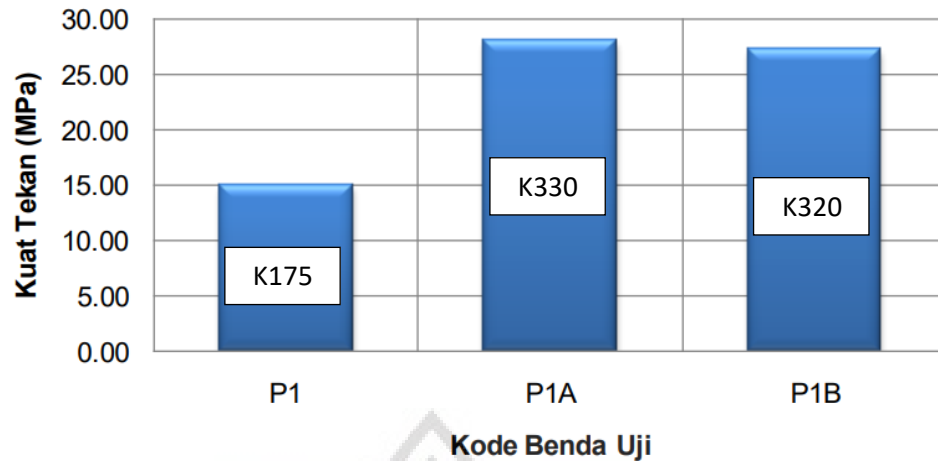
Gambar 4.36. a)Pengambilan sampel pada pondasi dengan mesin *coring*.
b)Benda uji hasil coring pondasi.
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian sampel beton inti didasarkan pada SNI 03-3403-1994 Metode pengujian kuat tekan beton inti pemboran. Pengujian *core drill* atau yang disebut juga pemboran beton inti adalah pengujian terhadap benda uji beton yang berbentuk silinder hasil pengeboran pada struktur yang sudah dilaksanakan.

Pada pengujian 3 titik yang berbeda, karakteristik kuat tekan sampel beton inti di pondasi yaitu:

- Nilai minimum kuat tekan sampel beton inti adalah sebesar 14.9 MPa
- Nilai maksimum kuat tekan sampel beton inti adalah sebesar 28.00 MPa
- Nilai rata-rata kuat tekan sampel beton inti adalah sebesar 23.39 MPa



Gambar 4.37. Hasil Pengujian beton hasil coring pondasi pasar Johar.
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

3. Justifikasi Teknis

Hasil uji pondasi pasar Johar dinyatakan masih layak untuk di pertahankan. Dari hasil temuan bahwa telapak pondasi berdiri sendiri tanpa dihubungkan dengan sloof, berdasarkan SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung, diperlukan tambahan perkuatan pada pondasi untuk mengantisipasi gaya geser yang mungkin terjadi akibat dari bencana gempa. Pada sistem struktur tunggal yang digunakan pada bangunan cagar budaya pasar Johar, penambahan perkuatan pondasi tetap harus memepertimbangkan seminimal mungkin melakukan perubahan pada bangunan. Sehingga penambahan sloof tidak dapat diterima karena akan menimbulkan kerusakan karena dilakukan penggalian terlalu banyak yang akan merusak semua elemen di atasnya. Penambahan sistem pondasi micropile menjadi pilihan yang paling tepat, selain sesuai dengan desain struktur tunggal, pengerjaannya tidak merusak elemen bangunan cagar budaya di sekitarnya.

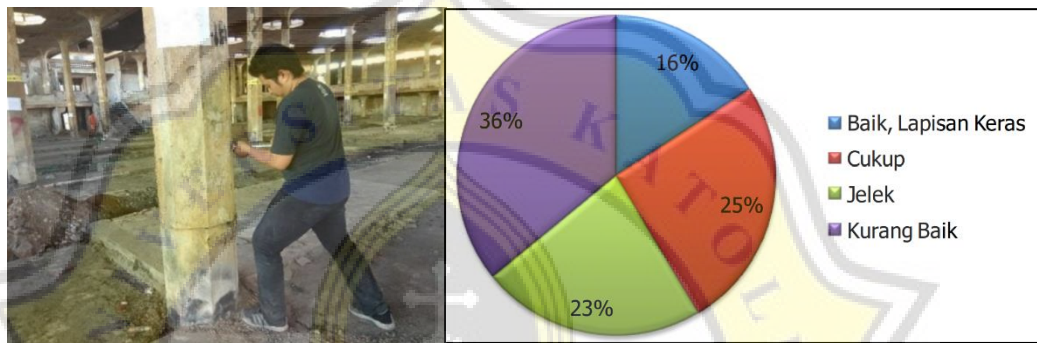
B. Kolom

Kondisi kolom pada bangunan pasar Johar secara visual terlihat kokoh dan berdiri lurus, meskipun bagian luarnya hitam bekas terbakar. Untuk mengetahui apakah kolom-kolom ini masih bisa dipertahankan dan layak untuk diperbaiki ataukah sudah buruk kondisinya dan harus dilakukan pembongkaran, dibutuhkan beberapa uji yang secara teknis dapat menjawab keraguan tersebut.

Pada kolom dilakukan beberapa jenis uji, *hammer test*, *rebar scan*, *core drill*, *chipping*.

1. *Hammer Test*

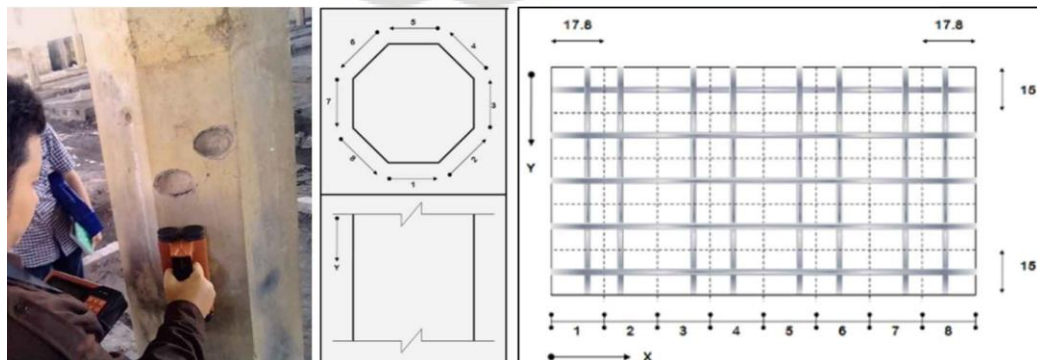
Hammer test dilakukan di semua kolom, dari hasil test terlihat sebagian besar selimut beton pada kolom kurang baik, hanya 16% dari keseluruhan kolom yang dinyatakan masih bagus selimut betonnya. Maka pengupasan selimut beton harus dilakukan di semua kolom.



Gambar 4.38. a) *Hammer test* pada kolom, b) *Pie chart* perkiraan kualitas permukaan (selimut) berdasarkan *hammer test*
 Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

2. *Rebar Scan*

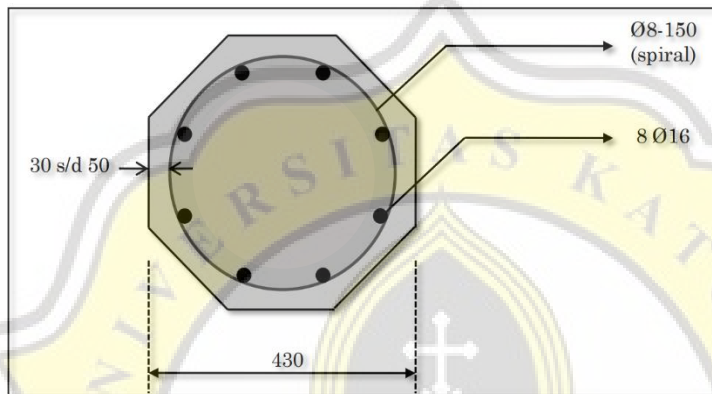
Pelaksanaan *rebar scan* di struktur kolom dan pelat bangunan pasar Johar. Untuk struktur kolom, pemindaian dilakukan pada kedua arah yakni lateral searah keliling penampang kolom dan vertikal ke atas dan bawah. Pemindaian arah lateral ditujukan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah tulangan longitudinal kolom. Sedangkan untuk arah vertikal bertujuan untuk mengukur jarak antar tulangan sengkang.



Gambar 4.39. a) *Rebar scan* pada kolom, b) Cara pemindaian, c) Hasil Pemindaian.

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

Hasil pemindaian dengan menggunakan *rebar scan* disajikan dalam bentuk gambar penampang elemen struktur yang berisi perkiraan konfigurasi tulangan diantaranya jumlah tulangan dan kedalaman selimut beton. Sebagai gambaran, struktur kolom terdapat 8 tulangan longitudinal yang tersebar merata di kedelapan sisi penampang. Sedangkan tulangan geser berjarak 150 mm.



Gambar 4.40. Ilustrasi penampang kolom hasil *rebar scan*

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017.

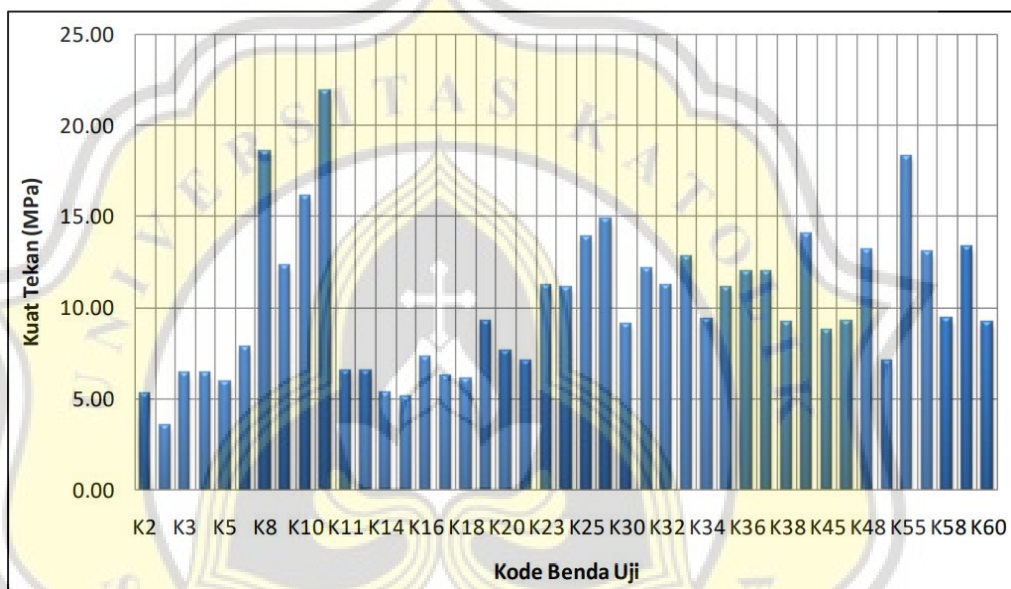
Hasil *rebar scan* untuk elemen struktur kolom di Bangunan Pasar Johar, menggunakan tulangan dengan diameter 16 mm sebanyak 8 buah. Selanjutnya, tulangan transversal yang digunakan adalah tulangan polos dengan diameter 8 mm dibentuk secara spiral membentuk jarak antar tulangan sebesar 100 s/d 150 mm. Tebal selimut beton terpasang dapat dikatakan bervariasi antara 30 hingga 50 mm.

3. Core Drill

Core drill pada kolom dilakukan untuk pengambilan sampel beton inti yang akan digunakan untuk uji kuat tekan yang hasilnya akan dipakai sebagai bahan penentuan kekuatannya.



Gambar 4.41. a) *Core drill* pada kolom, b) Hasil *coring*, c) Sampel siap uji.
 Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017.



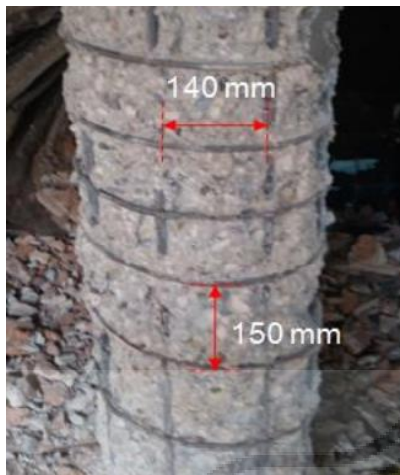
Gambar 4.42. Grafik hasil uji.
 Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017.

Dari hasil Uji kuat tekan 43 buah sampel beton inti terlihat ada satu kolom kekuatannya dibawah 5 MPa, 23 kolom dibawah 10 MPa, 15 buah dibawah 15 MPa, hanya 4 kolom di atas 15 MPa. Dari analisa hasil uji dinyatakan seluruh kolom harus ditambahkan perkuatan.

4. *Chipping*(Kupas Selimut Beton)

Chipping pada kolom dilakukan dengan *jack hammer*, mengupas selimut beton yang sebagian rusak akibat kebakaran, dikupas hingga terlihat tulangan aslinya.

Hasil dari pengupasan selimut beton terlihat ketebalan selimut beton sebesar



30 milimeter. Jumlah tulangan longitudinalnya sebanyak 8 buah dengan diameter 16 milimeter polos dengan jarak tulangan 140 milimeter. Tulangan geser menggunakan tulangan polos berdiameter 8 milimeter dengan jarak antar tulangan 150 milimeter. Temuan ini terlihat pada semua kolom, dengan tulangan yang kurang lebih berjarak sama.

Gambar 4.43. Hasil pengupasan selimut beton pada kolom
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2017

IV.3. Konservasi Bangunan Pasar Johar

Pada tahun 2017 pemerintah kota Semarang berupaya melakukan konservasi tahap pertama. Diawali dengan membongkar bangunan tambahan yang menutupi bangunan aslinya. Upaya ini dilakukan dengan tujuan mengembalikan bangunan pada desain aslinya. Dengan demikian nilai penting bangunan ini akan kembali seperti desain awalnya.

4.3.1. Konservasi Elemen Arsitektur

A. Konservasi Poros Spiritual

Poros spiritual yang pernah hilang, nampak dari foto tahun 2017, poros dari Pintu Utama Johar Tengah belum terlihat tersambung ke Masjid Kauman. Ruang lapang yang tadinya alun-alun masih terisi sebagian dengan lapak pedagang. Saat itu alun-alun masjid Kauman sedang dalam proses pembuatan gambar perencanaan.



Gambar 4.44: Kawasan Johar tahun 2017.
Sumber: Kriswandhono dan Tim, 2017

Pada Tahun 2018 kawasan Johar khususnya alun-alun dan pasar Johar sudah mulai dilakukan pembenahan dan pelaksanaan proyek berjalan. Poros yang menyambungkan antara masjid Kauman dan pasar Johar kembali tersambung. Meskipun elevasi antara alun-alun dan kawasan pasar Johar berbeda elevasi, upaya mengembalikan poros ini tetap dilakukan.



Gambar 4.45: Kawasan Johar tahun 2021, poros pasar Johar dan masjid Kauman telah tersambung.
Sumber: google earth



Gambar 4.45: a) Poros dari pasar Johar, b) Poros dari masjid Kauman.
Sumber: Sriwati Purnomo. 2022

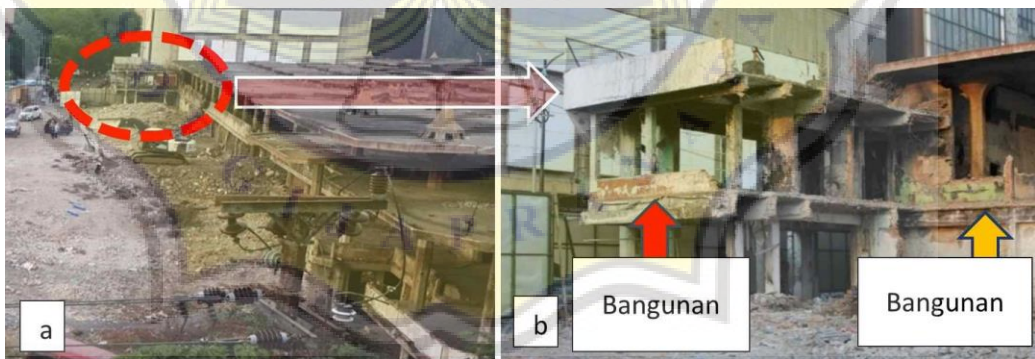
B. Konservasi tampak Bangunan

Bangunan tambahan adalah bangunan permanent bermaterial beton, pembongkarannya dilakukan dengan sangat hati-hati, karena bangunan tersebut menempel pada bangunan lama pasar Johar. Dengan dibongkarnya bangunan tambahan, tampak asli dari bangunan pasar Johar mulai kelihatan. Akibat dari kebakaran semua elemen kayu dan kaca sudah musnah, demikian juga dinding bata mengalami kerusakan yang parah. Menyisakan kolom cendawan, pelat lantai mezanin dan pelat atap yang masih terlihat utuh. Bentuk yang indah ini diupayakan dikembalikan seperti aslinya.



Gambar 4.47. a) Bangunan tambahan sebelum dibongkar, b) Bangunan tambahan setelah dibongkar

Sumber: Sriwati Purnomo, 2017



Gambar 4.48. a) Bangunan tambahan yang dibongkar, b) Detail gambar a.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2017



Gambar 4.49. a) Bangunan tambahan diantara Johar Utara dan Johar Tengah (sisi atas), b) Bangunan tambahan diantara Johar Utara dan Johar Tengah (sisi bawah)

Sumber: Sriwati Purnomo, 2017

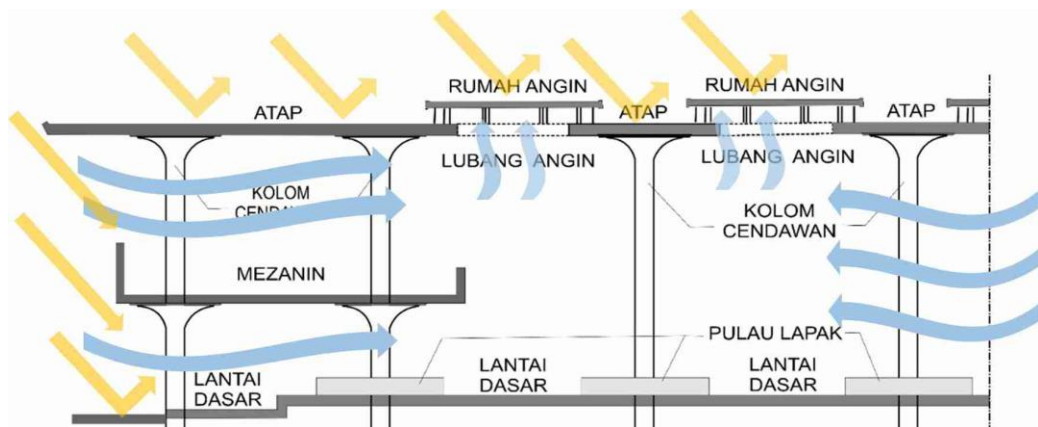
C. Konservasi sirkulasi udara dan pencahayaan.

Pada saat bangunan tambahan selesai dibongkar, interior pasar Johar terlihat jauh lebih terang dan sejuk. Warna hitam bekas kebakaran terlihat begitu jelas, namun kolom-kolom tetap terlihat kokoh. Keaslian interior pasar Johar tetap dipertahankan bentuk dan letak masing-masing elemen. Pada bagian atap terlihat lubang-lubang segi delapan yang di bagian atasnya terdapat penutup lubang plat beton datar berbentuk segi delapan dengan elevasi lebih tinggi dari plat atap yang disebut rumah angin.



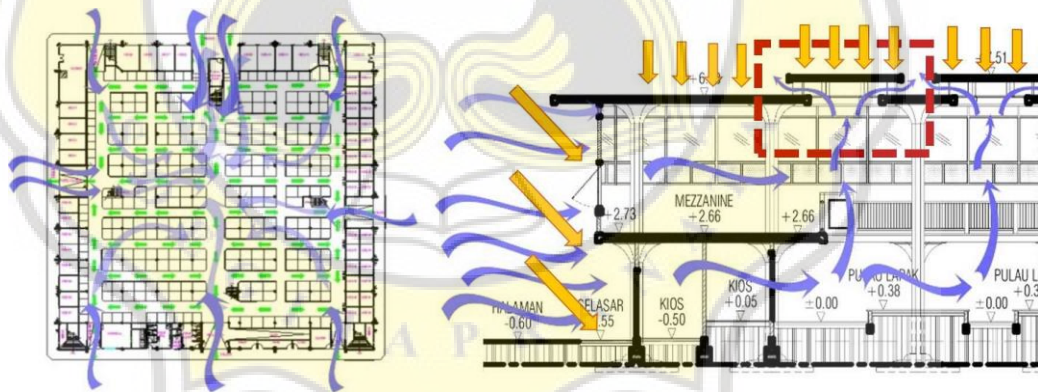
Gambar 4.50. a) Interior pasar Johar, tahun 2017, b) Rumah angin pada atap, tahun 2017

Sumber: Sriwati Purnomo, 2017



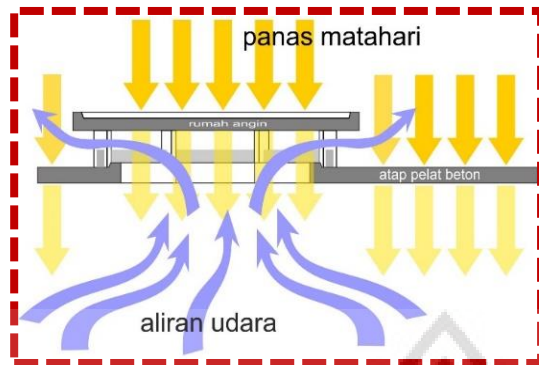
Gambar 4.51. Ilustrasi sirkulasi Udara dan Pencahayaan pasar Johar
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2018.

Penerapan nilai penting pasar Johar terlaksana dengan baik, udara alami mengalir dengan baik dari semua sisi, demikian juga dengan cahaya alami. Kondisi ini menjadi acuan kenyamanan interior pasar tradisional dimana pengha-
 waannya tidak menggunakan pendingin ruangan pada ruang publiknya, sehingga
 dibutuhkan sirkulasi udara silang agar ruang dalam tidak pengap dan tidak panas.



Gambar 4.52. a) Ilustrasi sirkulasi Udara di ruang dalam, b) Ilustrasi sirkulasi
 Udara dan Pencahayaan.
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2020

Panas matahari yang mengenai pelat atap dan pelat rumah angin terserap sebagian ke dalam ruang dalam. Tetapi karena ruang dalam pasar mempunyai



ketinggian sekitar enam meter, hawa panas terbuang lewat lubang rumah angin. Pantulan sinar matahari masuk melalui celah tersebut sehingga menambah cahaya terang alami yang juga di peroleh dari jendela seputaran bangunan.

Gambar 4.53. Ilustrasi Detail Sirkulasi udara pada rumah angin.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2020

Pada ruang dalam pasar terlihat terang meskipun tanpa penerangan lampu, warna cat dipilih warna putih agar dapat memantulkan sinar dengan baik, Penghawaan alami masuk melalui lubang-lubang dari semua sisi bukaan pintu, jendela dan rumah angin.



Gambar 4.54. a) Ruang dalam pasar Johar, b) Kolom cendawan dan rumah angin pada atap, tahun 2019
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

D. Konservasi Sistem Saluran Air Hujan.

Perbaikan torong pada atap, tidak bisa dilakukan dengan cepat. Tidak bisa juga menggunakan *core drill*, dengan posisi lubang torong di tengah kolom setinggi 6 (enam) meter, dengan diameter 43 sentimeter. Pembersihan torong menggunakan bor manual dengan sistem *wash boring*, dilakukan secara perlahan. Pada atap dibuat jalur untuk air hujan yang menuju pada lubang torong, sehingga aliran air terbagi rata ke beberapa titik. Pada bagian bawah kolom terdapat bak kontrol yang diperbaiki dan difungsikan kembali.



Gambar 4.55. a) Perbaikan torong dengan *wash boring* manual, b) Penutup torong pada atap, c) Penutup torong pada atap, d) Bak kontrol pada bagian bawah kolom.

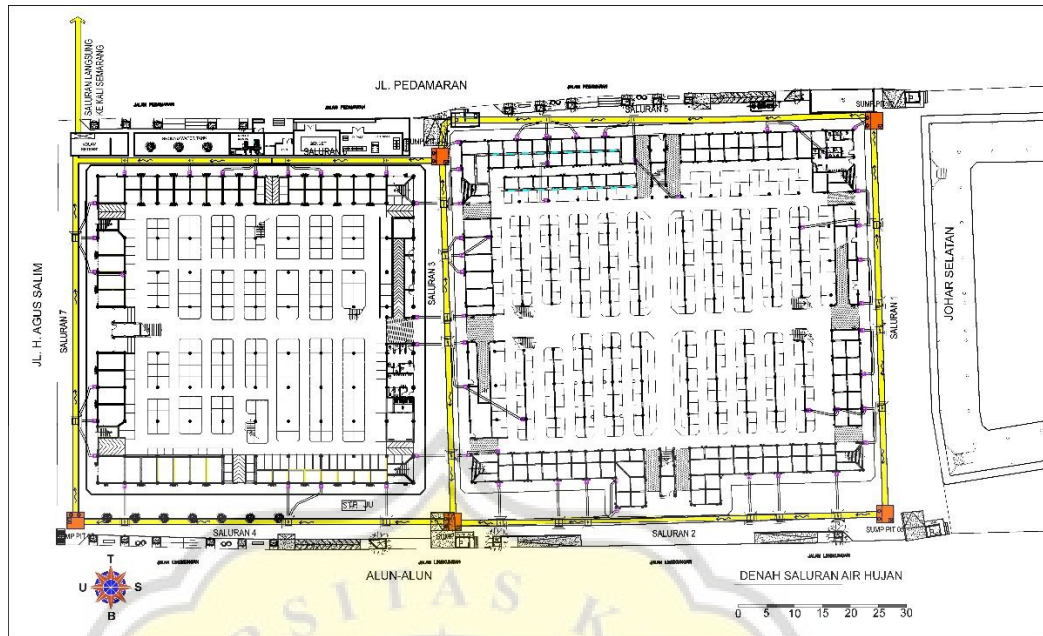
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Pasar Johar saat ini memiliki elevasi sekitar 80(delapan puluh) sentimeter di bawah jalan Haji Agus Salim. Sistem drainagenya di desain dengan sistem polder. Saluran lama dibersihkan dan diperbaiki. Pada setiap persimpangan drainage ditambahkan *sump pit* yang dipasang 2 buah pompa di dalamnya yang berfungsi untuk mendorong air menuju kolam retensi. Kolam retensi dilengkapi dengan 4 buah pompa dengan kapasitas besar untuk mendorong air melalui pipa yang di buat dari kawasan pasar Johar langsung ke kali semarang tanpa melalui saluran kota sekitarnya.



Gambar 4.56. a) Perbaikan saluran air tahun 2019, b) *Sump pit*, c) Pipa pembuangan akhir di kali Semarang

Sumber: Sriwati Purnomo, 2019



Gambar 4.57. Ilustrasi sistem saluran air utama pasar Johar, tahun 2022
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Pada tahun 2021 ditambahkan 2 pompa lagi pada kolam retensi dan kawasan pasar Johar di tutup dinding setinggi 60 sentimeter, harapannya pada saat hujan sangat deras, air dari jalan sekitar kawasan pasar Johar tidak masuk. Hanya curahan hujan saja yang masuk, dengan kesadaran pemakainya menjalankan perawatan kebersihan rutin, pompa air akan berjalan dengan baik dan pasar Johar tidak akan terkena bencana banjir.

Peran Pemerintah Kota Semarang dalam penanganan rumah-rumah pompa menjadi sangat penting. Banjir pada kawasan pasar Johar bulan Februari tahun 2021 terjadi karena kali Semarang meluap, sehingga kawasan Johar di genangi air setinggi 80 sentimeter.

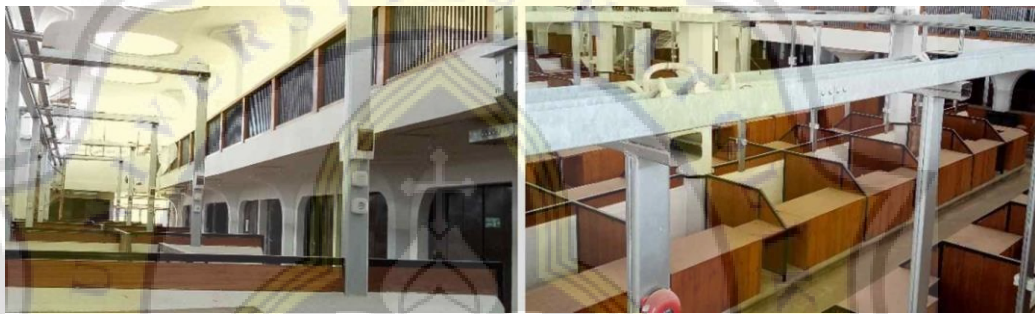
E. Konservasi Sistem Keamanan Terhadap Bahaya Kebakaran.

Kebakaran 2015 menjadi pelajaran berharga bagi semua pihak. Upaya perbaikan terhadap sistem keamanan terhadap bahaya kebakaran yang sebelumnya perlu dilakukan.

Informasi dari beberapa media yang menyatakan kebakaran pasar Johar yang diakibatkan korsleting listrik. Kemungkinan pemakaian daya yang berlebih pada saat sebelum kebakaran terjadi menjadi penyebab korsleting. Hal ini menjadi acuan terhadap upaya penyelamatan pasar Johar pada kesempatan keduanya. Pada

perancangan tahun 2018, telah di siapkan beberapa fasilitas sebagaiantisipasi terhadap bahaya kebakaran, seperti *smoke detector*, *fire alarm*, tata suara, alat pemadam api ringan (APAR), *hydrant box*, *hydrant pilar* dan jalur mobil pemadam kebakaran.

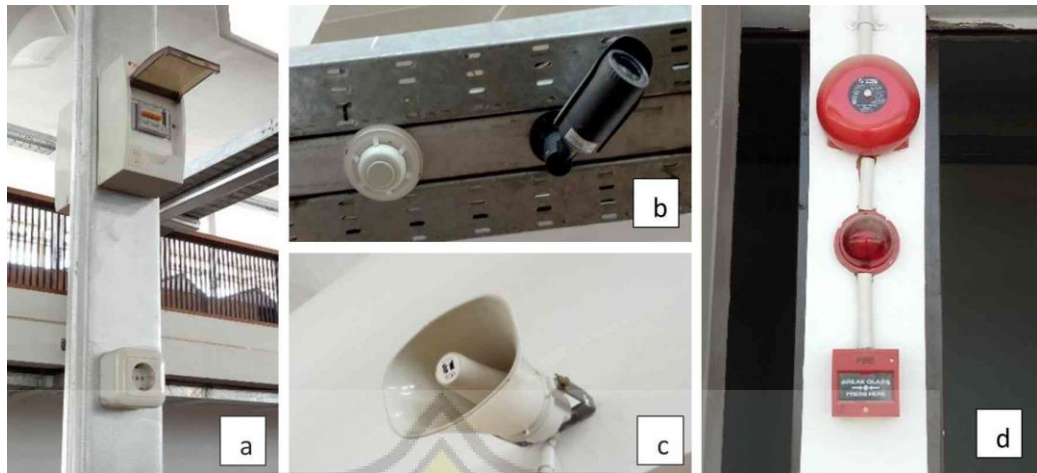
Secara detail pada bagian dalam pasar dibagi menjadi beberapa pembagian daya pada setiap blok, pada setiap blok yang terdiri dari 6(enam) hingga 8(selapan) lapak dipasang *Miniatur Circuit Breaker(MCB)*, yang fungsi utamanya adalah membatasi pemakaian berlebihan dari pemakainya. Bila ada yang memakai secara berlebihan saklar pada panel MCB akan turun secara otomatis, dan listrik akan padam pada blok tersebut. Ini akan membuat pedagang lebih berhati-hati dalam menggunakan daya listrik di pasar Johar.



Gambar 4.58. a) Pemasangan *MCB* pada setiap blok, b) pemasangan *cable tray* untuk jalur elektrikal
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019



Gambar 4.59. a) *Hydrant pilar* dan *hydrant box* di luar bangunan, b) *Hydrant box* di dalam bangunan, c) APAR di dalam bangunan.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019



Gambar 4.60. a) *Miniatur Circuit Breaker (MCB)* dan stop kontak, b) *Smoke detector* dan *CCTV*. c) Pengeras suara, d) Fire alarm.
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

F. Korservasi Material Bangunan

Upaya mengembalikan bangunan pasar Johar mendekati bentuk aslinya, material yang mendekati bentuk aslinya, beberapa sudah tidak ada dipasaran lagi. Pencarian informasi tentang sumber-sumber material terdahulu menjadi langkah pertama. Tidak sama persis, mirip, dan harus pesanan khusus, harga sudah pasti akan lebih mahal dari material setara yang ada saat ini. Pabrik pembuatnya tidak banyak, bahkan harus pesan dari luar kota.

Segala perubahan terhadap bangunan cagar budaya harus menunjukkan *minimal intervention* baik yang berpengaruh pada perancangan arsitektur maupun strukturnya. (Kriswandhono, 2014, hlm 64).

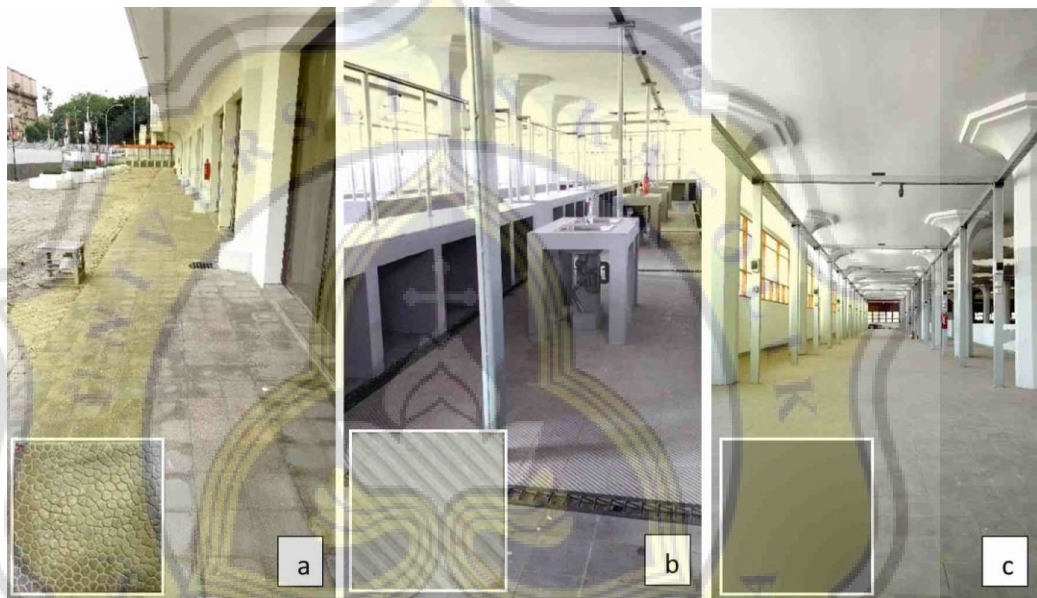
1. Penutup Lantai

Penutup lantai pasar Johar diupayakan dikembalikan seperti aslinya. Ada beberapa jenis berbeda yang digunakan:

- Selasar menggunakan tegel badak, ada juga yang menyebut tegel sisik, ukuran 20x20 sentimeter, warna abu-abu, bahan utamanya adalah pasir dan semen.
- Ruang dalam lantai satu yaitu pada area los, menggunakan lantai beton dengan finishing floor hardener.
- Mezanin menggunakan tegel semen polos dengan ukuran 20x20 sentimeter, warna abu-abu.
- Kios menggunakan tegel semen polos dengan ukuran 20x20 sentimeter, warna abu-abu.

- Los basah menggunakan tegel semen dengan motif garis dengan ukuran 20x20 sentimeter, warna abu-abu.
- Toilet menggunakan tegel semen dengan motif empat persegi ukuran 16x16 sentimeter, warna kuning.

Tangga dan ramp menggunakan batu andesit dengan ketebalan 4(empat) sentimeter dan ukuran 30x30 sentimeter. Seluruh penutup lantai ini dipesan khusus, karena saat ini sudah tidak diproduksi masal.



Gambar 4.61. a) Lantai selasar dengan tegel badak, b) Lantai los basah dengan tegel garis, c) Lantai mezanin dengan tegel semen.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Khusus zona lantai digunakan lantai baru tanpa menyisakan lantai lama sebagai bukti sejarah. Lantai lama yang telah berpuluh puluh tahun tertimbun mengalami kerusakan. Begitu juga pada mezanin, sudah tidak ditinggalkan lantai lamanya. Memang jenis ubin semen seperti itu lebih rapuh daripada keramik jaman sekarang.

Cara pembuatan ubin semen juga lebih lama, dengan di cetak satu per satu. Terutama yang bermotif badak atau sisik membutuhkan cetakan yang dipesan khusus terbuat dari kuningan. Pada gambar dibawah terlihat pembuatan cetakan ubin bermotif, dengan bahan kuningan dan dibuat secara manual, membutuhkan keahlian tersendiri yang tentu saja tidak murah. Untuk pembuatan ubin semen,

bahan baku dituang satu persatu di dalam cetakan kemudian di press dengan mesin pres dari besi, setelah itu di buka dan di lepaskan dari cetakan dan ditiris dalam rak kayu, hingga mengering. Proses panjang satu-persatu, tentu saja harganya mahal.



Gambar 4.62. a) Pembuatan cetakan, b) mesin press manual c) Memasukkan bahan pada cetakan, d) Pengepresan cetakan, e) Meniris ubin setelah di press.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

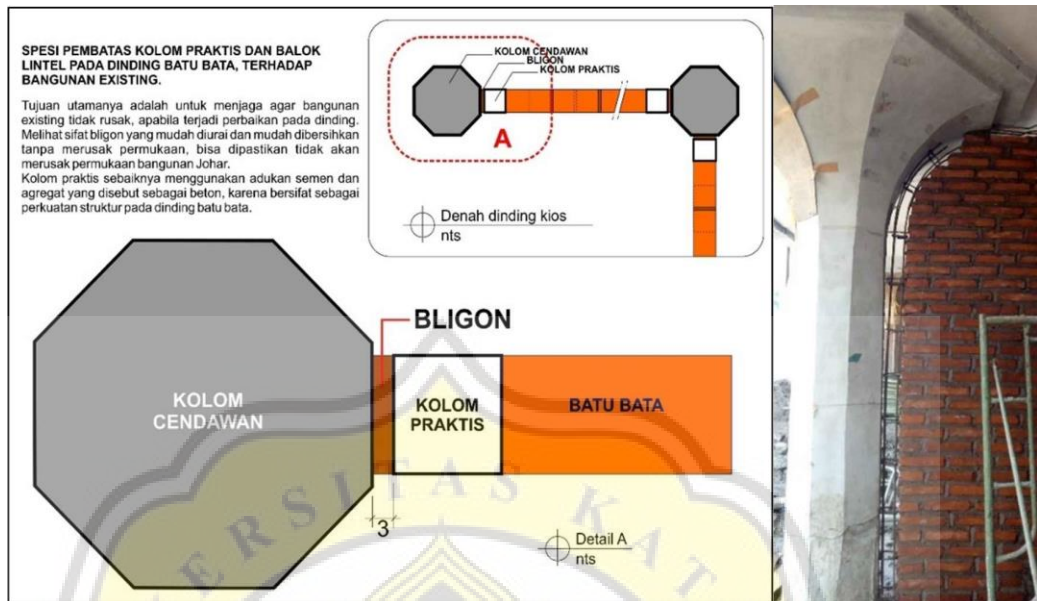
Selain prosesnya sulit, ubin semen ini mempunyai resiko cacat produk lebih tinggi, pada saat pengiriman dan pemasangannya, sehingga pemesanan harus lebih banyak untuk mengantisipasi resiko kerusakan tersebut.

Penanganan konservasi material penutup lantai pada pasar Johar telah diupayakan sesuai proses pemilihan material sesuai jenis material lamanya, yang ternyata proses pembuatannya masih manual yang masih seperti cara lamanya.

2. Dinding

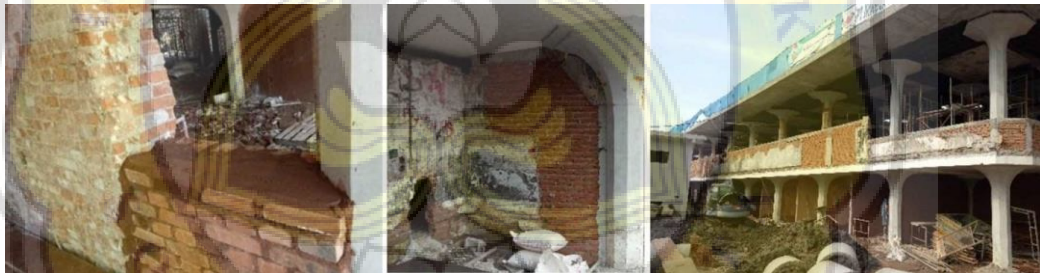
Beberapa dinding lama yang ditemukan, sebagian masih bisa dipertahankan, dibersihkan dan beberapa yang rusak harus dibongkar dan di kembalikan dengan bata yang dipesan khusus dengan ukuran yang sama seperti bata lama yang ditemukan. Ada beberapa dinding yang dipasang pada badan kolom, cara

pemasangan dinding tersebut tidak boleh melukai kolom. Tidak diperbolehkan pasang angkur pada kolom otentik.



Gambar 4.63. a) Ilustrasi cara pemasangan dinding pada kolom, b) Realisasi pemasangan.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018.



Gambar 4.64. a) Dinding lama dan baru tebal ± 40 sentimeter, b) dinding lama dan baru dengan tebal ± 17 sentimeter, c) Dinding parapet lama dan baru tebal ± 17 sentimeter.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Adukan spesinya menggunakan bligon, terdiri dari pasir, batu gamping dan serbuk bata merah. Dengan komposisi untuk spesi, 1 batu gamping, 2 pasir dan 2 serbuk bata merah. Sedangkan untuk acian, 1 batu gamping dan 1 serbuk bata merah.



Gambar 4.65. a) Batu gamping, b) Pasir c) Serbuk bata merah.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2017.

Proses pembuatan bligon dilakukan secara manual. Batu gamping harus direndam selama 12 jam, saat di rendam air batu gamping akan hancur perlahan dan muncul gelembung dan uap panas, biarkan hancur dan mengendap. Endapan inilah yang akan digunakan sebagai campuran pengganti semen. Kemudian dicampur dengan pasir dan serbuk bata merah hingga rata. Campuran ini digunakan untuk spesi antar bata, sedangkan untuk acian hanya batu gamping dan serbuk bata merah saja.

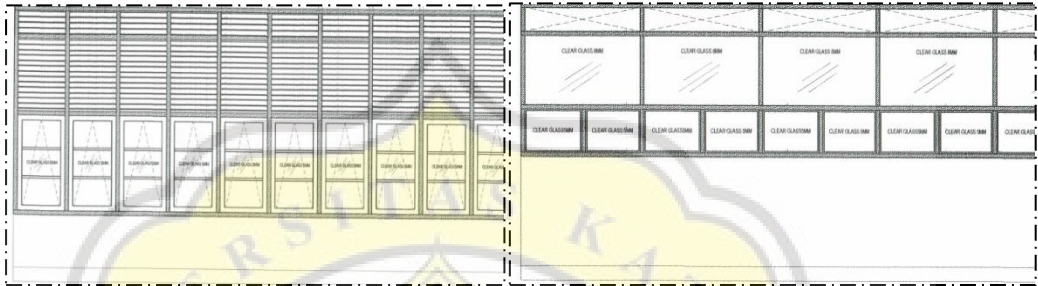


Gambar 4.66. a)Tempat perendaman batu gamping, b) Pencampuran adukan, c) Pemasangan bata dengan bligon.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018.

Finishing pada dinding pasar Johar merupakan hal yang penting dan menjadi pemikiran cukup serius. Kondisi kawasan pasar Johar yang memiliki kelembaban tinggi menyebabkan bangunan pasar Johar juga selalu lembab. Beberapa jenis cat biasa dengan merk ternama telah membuat mockup pada salah satu dinding pasar Johar, tetapi tidak ada cat tersebut yang cocok untuk dinding Johar. Dengan kelembaban yang tinggi dan dinding tidak bisa kering, cat kimia tidak akan cocok, akan selalu rusak dalam waktu singkat. Pada akhirnya ditemukan cat untuk dinding bernafas yang cocok untuk bangunan yang selalu lembab. Cat ini terbuat dari mineral bebatuan dari negara asalnya German, tanpa campuran bahan kimia sehingga tidak mudah terbakar dan tidak menimbulkan bau saat di aplikasikan. Harga cat ini memang lebih mahal, tetapi daya tahannya terhadap kelembaban tinggi membuat dinding Johar bisa lebih mudah di rawat. Konservasi pada dinding pasar Johar berjalan lancar dan tuntas.

3.Jendela

Kusen jendela dikembalikan seperti rancangan Karsten, yang dilihat pada foto Johar tahun 1939. Perbaikan dilakukan dengan perencanaan yang berpedoman pada hasil pengukuran di lapangan. Material pada jendela adalah kayu jati. Ada 2(dua) bentuk dominan sesuai foto adalah krepyak kayu pada bagian atas dan jendela jungkit pada bagian bawahnya dan jendela kaca dengan bagian atas tanpa kaca.



Gambar 4.67. Gambar Perencanaan 2018, dua bentuk jendela pasar Johar
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Pemasangan kusen jendela memerlukan waktu yang cukup lama, karena memerlukan penyesuaian kondisi bangunan setelah perbaikan. Posisi jendela yang awalnya ada pada plafond. Kondisi sekarang harus ada jarak tertentu karena beton atap tidak lagi berada diposisi yang dulu. Telah ada perubahan karena umur dan kebakaran.



Gambar 4.68. Pemasangan kusen tahun 2019
Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

Pada bagian atasnya di tambahkan angkur dan dinding yang kemudian di finishing cat berwarna putih yang sama dengan plafond atau atap betonnya, sehingga tidak terekspos perbedaan jaraknya.



Gambar 4.69. Wajah Johar dulu dan sekarang
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2019

4. Kolom

Kolom cendawan pasar Johar menjadi bagian yang terpenting. Pasar Johar tidak saja indah tetapi juga sangat monumental. Ruang-ruang luas dan tinggi terbentuk dari deretan kolom cendawan yang berdiri tanpa ada balok yang melintang menghubungkan kolom-kolom tersebut. Badan Pelestarian Cagar Budaya Jawa Tengah meminta ada beberapa kolom yang dibiarkan terlihat asli. Pada setiap bangunan ada 4 kolom otentik yang terlihat masih seperti aslinya setelah terbakar. Tanpa perkuatan seperti yang lainnya, diameter aslinya adalah 43 sentimeter. Dilakukan perkuatan hanya pada bagian tengahnya, pada sisi luarnya di lapisi oleh cairan *coating*, agar tidak rontok terkelupas.



Gambar 4.70. a) Kolom Otentik, b) Posisi kolom otentik pada pasar Johar Utara.
 Sumber: Sriwati Purnomo, 2019.

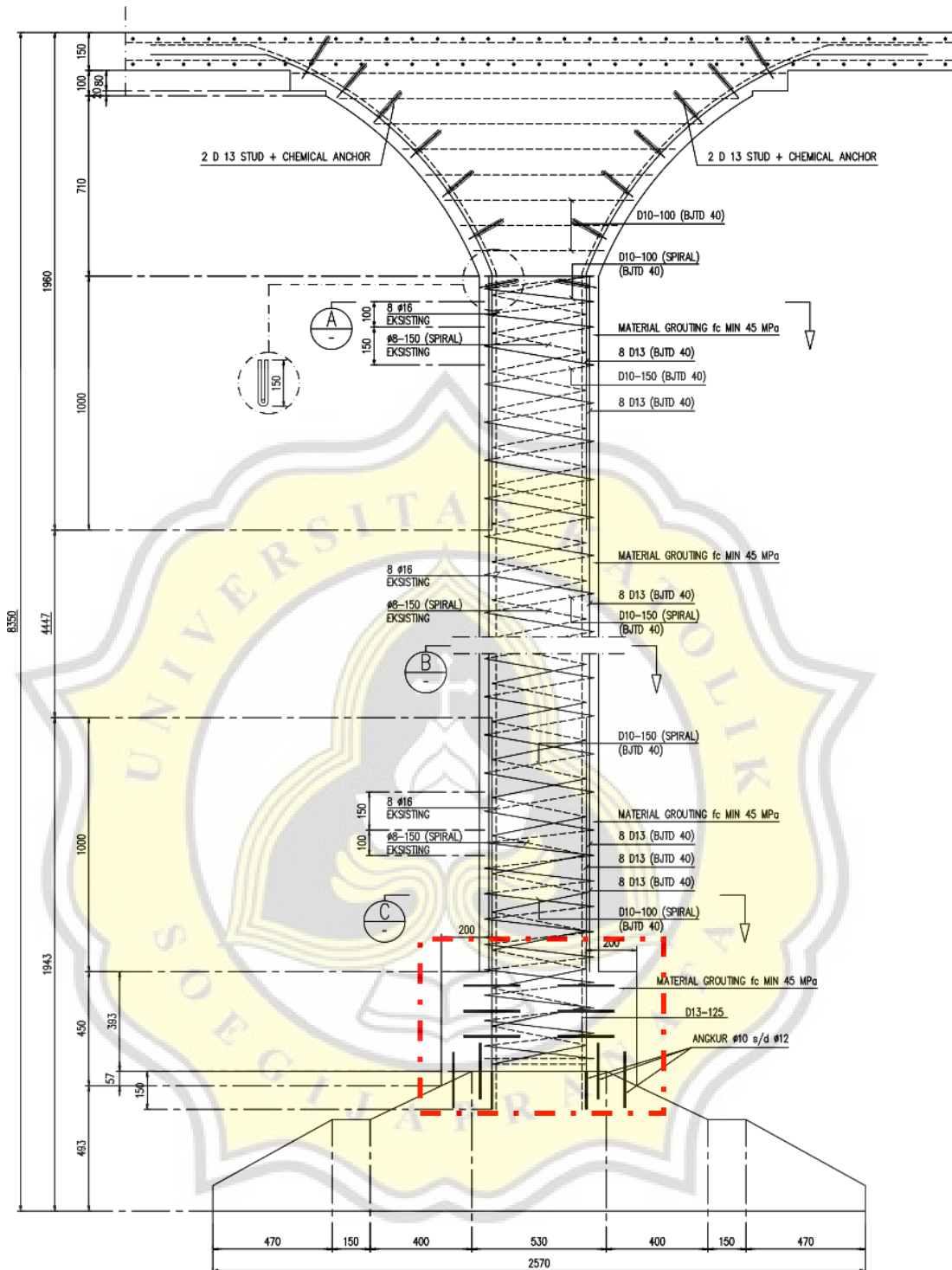
Pada kolom yang mengalami proses perkuatan struktur diameternya menjadi 47 sentimeter. Finishing menggunakan cat dinding dengan 2(dua) warna, pada bagian bawahnya berwarna abu-abu muda hingga batas *cabl tray*, dan bagian atasnya berwarna putih. Ini terlihat pada foto interior Johar tahun 1939.



Gambar 4.71. Kolom lama dengan 2(dua) warna cat.
Sumber: Krisprantono, 2019.

4.3.2. Konservasi Elemen Struktur

Perkuatan pada bangunan pasar Johar di desain pada tahun 2017 oleh tenaga ahli struktur yang telah melaksanakan uji pada bangunan pasar Johar. Proses perkuatan elemen strukturnya dilakukan secara hati-hati, tanpa membongkar elemen bangunan. Sesuai gambar rencana, pada tahun 2018 di lakukan pelaksanaan penggalian di semua titik kolom hingga menemukan telapak pondasi. kemudian dipersiapkan untuk melakukan perkuatan pada pondasi hingga bagian paling atas dari kolom, yaitu cendawan. Penggalian dilakukan secara manual, karena tidak diperbolehkan menggunakan alat berat yang berpotensi merusak elemen bangunan sekitarnya.



Gambar 4.72. Gambar detail penulangan perkuatan kolom.
 Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018

Material yang digunakan dalam pelaksanaan perbaikan dan perkuatan kolom struktur Pasar Johar adalah sebagai berikut:

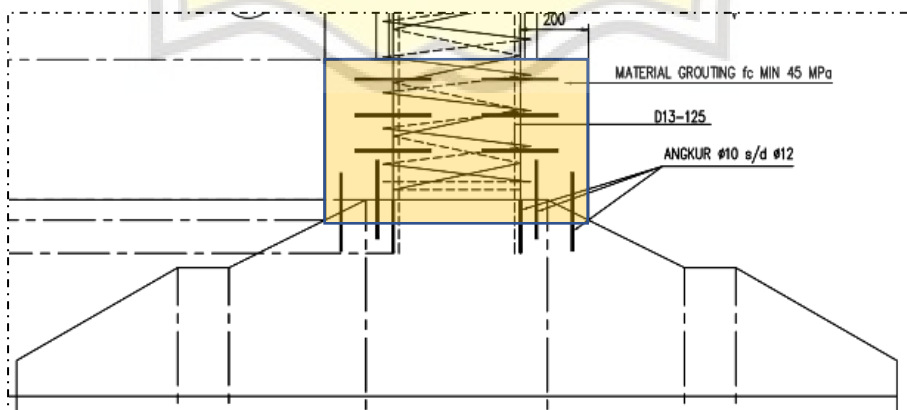
1. Semen *grouting*, untuk mutu beton minimal K-550.
2. *Boarding Agent*, perekat beton lama dengan beton baru.

3. *Chemical rebar*, Perekat besi ankur.
4. Baja Tulang Deform 40 (BjTD 40), diameter 16 milimeter.
5. *Fiber Reinforced Polimer (FRP) carbon wrap*, material perkuatan struktur.
6. Acian Plesteran (*Plaster Skim Coat*), Acian ini sebagai dasar pengecatan.
7. *Cementitious based Waterproofing*, Lapisan anti bocor.
8. *Multiplex Film Face (Phenolic film)*, bahan begisting yang tidak melekat pada grouting.
9. Begisting berupa cetakan dari fiber dengan bentuk cendawan.

Beberapa Langkah yang telah dilakukan dalam menambahkan perkuatan dari pondasi hingga kolom cendawan, setiap langkahnya selalu mendapatkan pendampingan dan pengawasan dari tenaga ahli. Langkah-langkah perkuatan yang dilakukan sebagai berikut:

A. Perkuatan Pada Kolom

Pelaksanaan pekerjaan pangkal kolom, badan kolom dan cendawan adalah rangkaian pekerjaan yang saling terkait. Pada gambar dapat dilihat penggalian yang telah dilakukan di semua kolom hingga mencapai telapak pondasi. Persiapan penambahan pangkal kolom dilakukan dengan mengupas selimut beton hingga terlihat tulangan aslinya. Kemudian dibuat beberapa lubang pada telapak pondasi dan bagian kolom yang terhubung dengan telapak pondasi, untuk pemasangan *chemical anchor*. Pada pemasangannya menggunakan tulangan dengan diameter 13 milimeter, diameter lubang 20 milimeter dengan kedalaman lubang 135 milimeter. Pangkal kolom akan mengikat telapak pondasi dan kolom dengan penambahan tulangan baru



Gambar 4.73. Gambar detail penulangan penambahan pangkal kolom.
Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018



Gambar 4.74. a)Galian disemua titik kolom, b)Telapak pondasi, c) Setelah kolom dikupas selimut betonnya.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Penambahan pangkal kolom disesuaikan dengan bentuk kolom yaitu segi delapan dengan penebalan 20 sentimeter dari permukaan kolom. Diameter kolom lama adalah 43 sentimeter, diameter kolom baru 47 sentimeter, diameter pangkal kolom 87 sentimeter. Penulangan pada kolom bagian bawah dilaksanakan terlebih dahulu, baru kemudian dilanjutkan penulangan pada pangkal kolom. Kemudian dipasang begisting berbahan fenofilm. Pada beton yang dikupas di beri *boanding agent* agar material baru dan material lama melekat dengan baik. Kemudian dilakukan pengecoran dengan material semen grout dicampur batu split dengan ukuran 0,5 sentimeter. Pada pangkal kolom standar minimal mutu beton K-350.

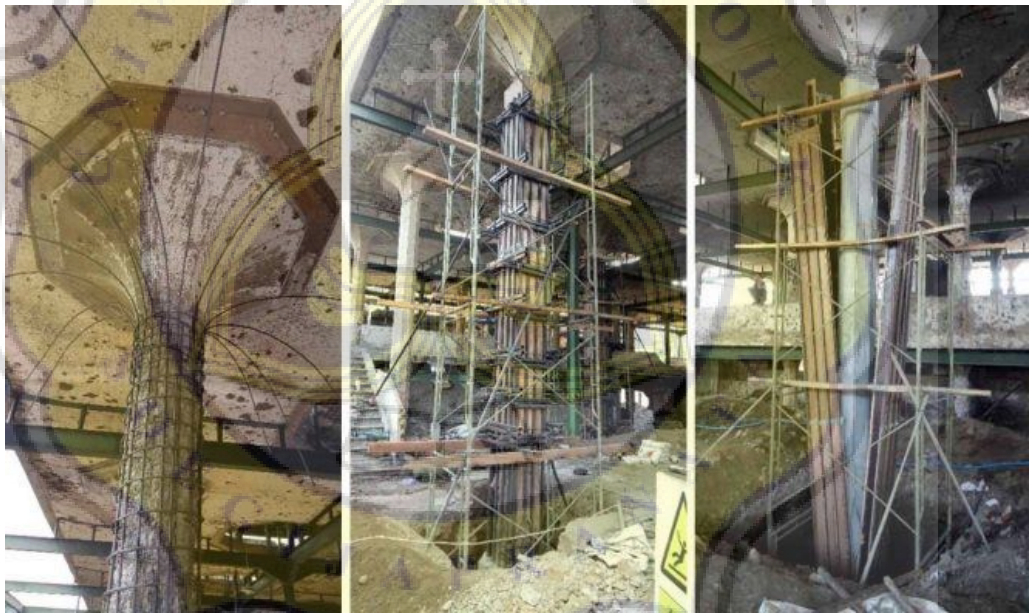


Gambar 4.75. a)Pemasangan tulangan baru, b)Pemasangan begisting pangkal kolom, c) pengecoran pangkal kolom, d)Hasil akhir pangkal kolom.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Dalam waktu 1(satu) hari begisting pada pangkal kolom bisa dilepas untuk memastikan hasil *grouting* tidak mengalami keretakan dilakukan curing atau perawatan beton disaat beton mulai mengeras agar kelembaban terjaga dan tidak kehilangan air terlalu cepat, sehingga tidak terjadi keretakan.

Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan begisting pada kolom setelah penulangan kolom mencapai pada batas leher kolom. Pada kolom void dengan tinggi badan kolom yang mencapai 8(delapan) meter, *grouting* tidak diperbolehkan dilakukan sebagian terlebih dahulu, harus dilakukan satu kali *grouting*, dikhawatirkan akan terjadi tekukan atau bentuk segi delapan yang terpuntir bila di *grouting* secara bertahap. Begisting menggunakan material multiplex film face atau sering di sebut fenofilm, karena ada lapisan phenol yang tidak ditembus oleh agregat beton sehingga mudah dilepas. Material *grouting* yang digunakan adalah material yang bersifat anti susut dengan mutu beton K-550, sehingga pemasangan begistingnya harus teliti dan rapi dengan antisipasi terhadap kemungkinan material yang mengembang yang dapat menyebabkan begisting melendut. Akibatnya kolom akan mengembang dan akan sulit untuk diperbaiki karena material beton *grouting* sangat keras.



Gambar 4.76. a)Pemasangan tulangan baru hingga batas leher kolom, b)Pemasangan begisting pada kolom, c) Hasil akhir *grouting* kolom.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Setelah begisting pada kolom dilepas, dimulai pekerjaan pengupasan selimut beton pada cendawan. Pengupasan dilakukan hingga tulangan asli terlihat. Dilanjutkan dengan pemasangan tulangan baru. Pemasangan tulangan baru menggunakan *chemical rebar* pada pemasangan angkur, untuk mengikat tulangan baru agar kuat melekat dan tetap terbentuk lengkung cendawan. Kemudian dilakukan *coring* dari atap sebanyak 2(dua) buah sebagai lubang *grouting* dan

pelepasan udara didalam rongga antara begisting dan beton aslinya. Begisting untuk cendawan dipesan khusus berupa cetakan dari *fiber*, sebanyak 2(dua) bagian untuk satu bentuk cendawan. Sebelum dipasang begisting dioles dengan minyak pelumas, agar nanti mudah dilepas. Beton lama dioles dengan *boanding agent* agar beton baru dapat melekat dengan baik.



Gambar 4.77. a)Pemasangan tulangan baru pada cendawan, b)Tulangan baru pada cendawan, c) Begisting fiber untuk cendawan.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Grouting cendawan dilakukan dari permukaan atap beton. Dilakukan dengan sangat hati-hati dengan harapan tidak ada pergeseran dan perubahan bentuk kepala cendawan. Setelah 3(tiga) hari begisting dapat di lepas. Sebelum proses selanjutnya permukaan kolom cendawan dirapikan, dihaluskan dan kemudian di bersihkan dari debu.

Proses selanjutnya adalah pemasangan *Fiber Reinforced Polimer(FRP) carbon warp*, *FRP* ini berbentuk lebaran anyaman karbon dengan lebar 50 sentimeter. panjang 100 meter setiap pak nya. Dapat dipotong sesuai kebutuhan. Pemasangan *FRP* harus sangat hati-hati, dilekatkan dengan *Epoxy Encapsulation Resin* yang dioleskan secara merata pada permukaan beton yang telah dibersihkan. *FRP* dipasang sesuai pola, ditekan pada permukaan beton hingga menempel dengan sempurna.



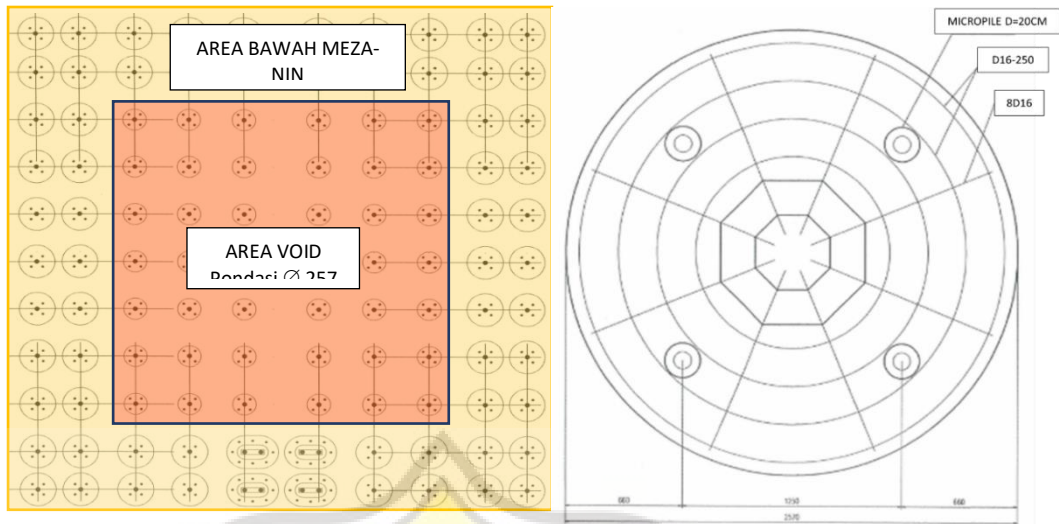
Gambar 4.78. a) Kolom cendawan yang telah selesai di *grouting*, b) Kolom cendawan yang telah selesai di lapis FRP, c) Kolom cendawan yang telah selesai di cat.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018.

Kemudian dilanjutkan dengan proses *finishing*. Pada permukaan lapisan FRP dilapisi dengan *boarding agent* yang merupakan perekat, kemudian ditaburkan pasir silika pada permukaan FRP yang telah dilapisi perekat agar material *finishing* dapat melekat dengan baik. Setelah mengering dilapisi *skim coat* untuk dasar pengecatan. Tahap akhir kolom cendawan di lapis cat dinding.

B. Perkuatan Pada Pondasi

Dari hasil penyelidikan struktur, pada pondasi harus ada penambahan perkuatan untuk ketahanan terhadap gaya geser akibat gempa. Dari hasil diskusi tahun 2018, diputuskan menggunakan tambahan *micropile* sebagai tambahan perkuatannya. Setiap telapak pondasi di tambah 4 titik *micropile* dengan diameter 20 sentimeter dan kedalaman 8 meter.

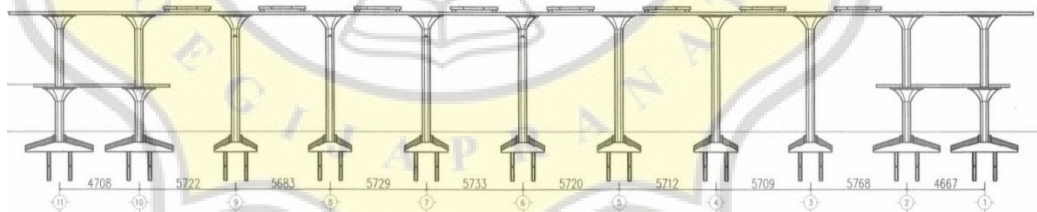


Gambar 4.79. a) Gambar denah telapak pondasi dengan 4 titik *micropile*. b) Detail denah

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018

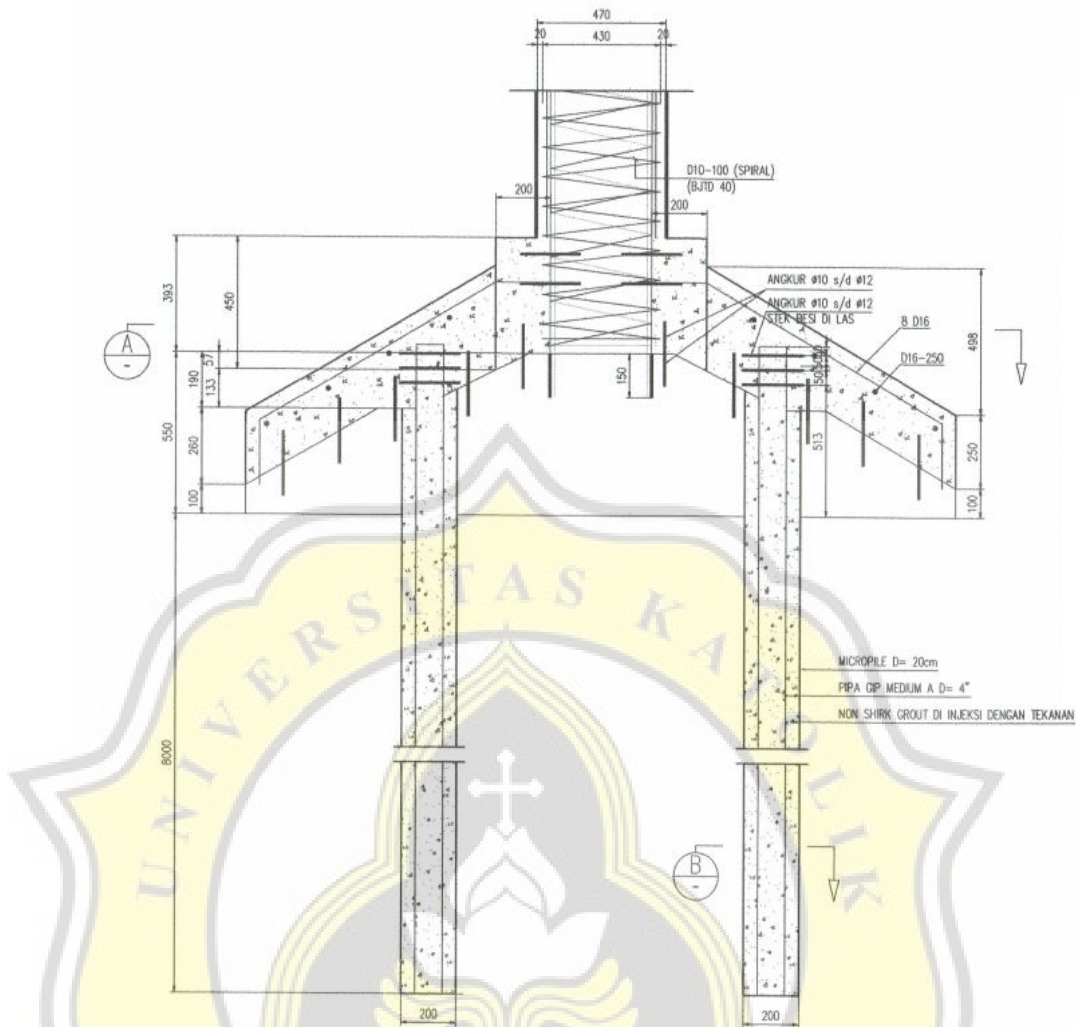
Material yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan micropiles adalah sebagai berikut:

- Pipa besi galvanis medium diameter 4 inch dengan ketebalan 4.5 mm
- Material grout berupa semen grout yang mempunyai kuat tekan setara 30 MPa
- *Chemical Bonding Agent* untuk melekatkan anchor ke dalam kolom eksisting
- Material beton *dry mix* yang mempunyai kuat tekan setara K-350.
- Multiplex sebagai bekisting.



Gambar 4.80. Ilustrasi potongan struktur kolom dengan *micropiles*.

Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018



Gambar 4.81. Gambar potongan detail penulangan perkuatan pondasi
 Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018

Pada proses pemasangan *micropile* melalui pembuatan *mockup* (contoh) terlebih dahulu. *Mockup* dibuat di luar area pondasi, agar uji coba ini tidak merusak bagian dari elemen cagar budaya. Ada beberapa hal yang menjadi kendala dalam pembuatan *mockup* yang nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan dan acuan dalam pekerjaan pembuatan *micropile*, agar pada pelaksanaan pembuatannya lebih efisien waktu dan material. Pelaksanaan pengeboran lubang tidak berlangsung mudah, pada saat di bor di kedalaman 2 (dua) meter terjadi longsor karena pada posisi tersebut ditemukan lapisan pasir, dikarenakan tanah pada area Johar bukan tanah keras dan muka air tanah tinggi sehingga tanah cenderung berlumpur. Metode pengeboran dirubah dengan menggunakan air dan campuran *bentonite* (semacam lempung berplastisitas tinggi dan ekspansif) yang disebut lumpur pengeboran (*drilling mud*). Penggunaan lumpur pengeboran lebih diutamakan mengingat cairan ini lebih pekat sehingga kemampuan mengangkat pecahan tanah

lebih besar sekalipun pada putaran yang rendah. Terlebih lagi lumpur akan mengulas (melapisi) dinding lubang bor sehingga kedap terhadap rembesan air. Dengan demikian tekanan dalam lubang bor tetap terjaga.



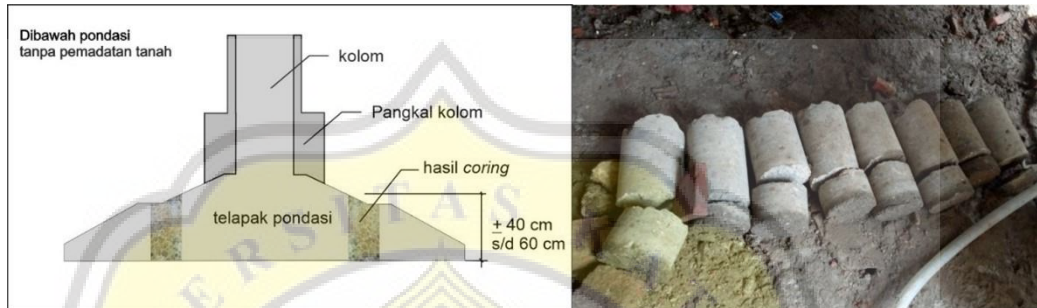
Setelah lubang bor mencapai kedalaman yang telah ditentukan dan sudah dibersihkan, kemudian dimasukkan pipa besi galvanis dengan diameter 4 inches. Apabila dalam lubang bor terdapat runtunan tanah, maka dapat diatasi dengan menyemprotkan air lewat pipa besi tersebut. Pipa besi galvanis ini selain berfungsi sebagai tulangan pondasi juga sebagai pipa injeksi material *non shrink grout* (material semen yang tidak menyusut).

Gambar 4.82. Pembuatan *mockup micropiles*
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Pada usia mencapai 28 hari dilakukan uji pembebanan lateral terhadap mockup. Pengujian pertama dilaksanakan dengan memberikan beban kerja secara bertahap sebesar 700 kilogram. Setiap penambahan gaya 100 kg dipertahankan selama 1 jam. Beban dan deformasi direkam dengan computer. Pengujian kedua dilaksanakan pembebanan konstan hingga *fail* (gagal). Persyaratan kelulusan uji pembebanan lateral adalah pada beban kerja 700 kilogram dengan *displacement* (perpindahan) maksimal 25 milimeter. Hasil uji lateral pada mockup dengan beban 700 kilogram terjadi *displacement* sebesar 0,26 milimeter. Sedangkan untuk *displacement* 25 milimeter berada pada beban kerja sebesar 5400 kilogram, dan uji *micropile* dinyatakan memenuhi syarat untuk diaplikasikan pada pondasi. Pada saat mengaplikasikan pemasangan micropile, ada beberapa temuan yang menjadi hambatan-hambatan yang tidak terjadi pada saat pembuatan *mockup*. Sehingga ada batasan dan metode kerja tambahan untuk menghindari mendapatkan hasil yang maksimal.

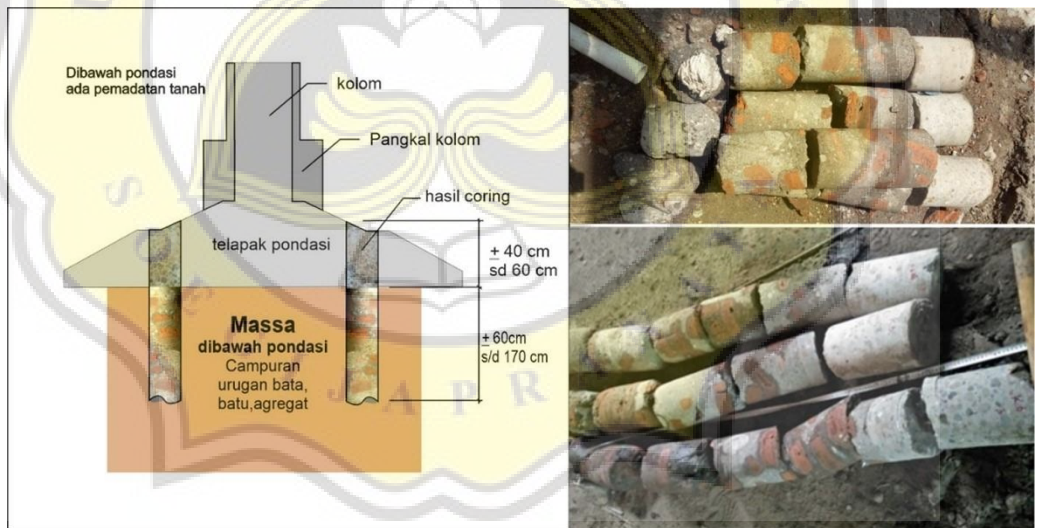
Beberapa kondisi yang tidak terjadi pada saat pembuatan *mockup micropiles*.

- Pada saat melakukan pelubangan pada telapak pondasi dengan *coredrill* berdiameter 20 sentimeter, ketebalan pondasi maksimal adalah 50 sentimeter. Ternyata ditemukan ada massa padat dibawah telapak pondasi yang harus diambil menggunakan *coredrill*, tidak dapat langsung dilakukan pengeboran karena terlalu keras. Diduga dulu dilakukan pemadatan tanah terlebih dahulu sebelum membangun pondasi. 60% di temukan pemadatan dan tingginya mencapai hingga lebih dari 2(dua) meter. Hal ini membuat pekerjaan micropile dilakukan sangat lama.



Gambar 4.83. a) Ilustrasi coring rencana pengeboran untuk *micropiles*, b) Hasil coring pondasi.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018



Gambar 4.84. a) Ilustrasi coring rencana pengeboran untuk *micropiles*, b) Hasil coring pondasi 120 sentimeter, c) Hasil coring hingga 200 sentimeter.

Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Pengeboran di lakukan dengan *coredrill* dimana satu hari hanya berhasil diselesaikan 3 titik. Ini menyebabkan corebit harus diganti berkali-kali. Pemadatan terdiri dari material bata, batu dan tanah yang keras. Tingginya pemadatan yang dilakukan pada lahan pasar Johar dan melihat posisi geografisnya, diduga

daerah tersebut dulu adalah tanah rawa. Patut di apresiasi, pada masa itu Karsten mendirikan Johar dengan dengan pemikiran yang Panjang hingga saat ini masih stabil berdiri.



Gambar 4.85. a) Alat bor untuk lokasi kolom pada void, b) Pengeboran manual pada kolom bawah mezanin.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

- Pada saat pemasangan besi di pondasi bagian bawah mezanin, tinggi mezanin hanya 2,35meter dari lantai dasar, sehingga besi harus dipotong menjadi 3(tiga) bagian, dimasukkan ke dalam lubang hasil pengeboran bagian pertama dan bagian selanjutnya disambung dengan pengelasan hingga mencapai 8(delapan) meter.



Gambar 4.86. a) Pengelasan penyambungan besi galvanis, b) Besi galvanis 4 inch yang siap disambung.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Proses pembuatan *micropiles* pada telapak pondasi.

Diawali dengan menandai titik-titik letak dari *micropile* pada telapak pondasi, kemudian memasang dudukan untuk alat *coredrill* agar *coring* yang dilakukan tegak lurus. *Coring* dilakukan hingga menemukan tanah asli.



Gambar 4.87. a) *Coring* pada telapak pondasi, b) Hasil *coring* telapak pondasi.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Pengeboran dilakukan 4(empat) titik pada setiap telapak pondasi. Pengeboran tidak boleh dilakukan secara bersamaan, dilakukan satu persatu agar tidak terjadi pelemahan.

Pengeboran dilakukan dengan memutar dan mendorong semacam mata bor (bit) ke dalam tanah. Pecahan tanah dinaikkan ke permukaan oleh tekanan dari cairan pengeboran (*drilling fluid*) melalui sebuah pompa tekan. Cairan pengeboran ini dipompakan melalui stang bor oleh sebuah pompa tekan (*displacement pump*) dan keluar dari lubang yang ada pada mata bor. Cairan ini membantu mengangkut pecahan tanah ke permukaan agar pecahan tanah tersebut tidak terkumpul di dasar lubang. Setelah sampai di permukaan, suspensi ini diendapkan dalam sebuah tangki atau bak agar pecahan tanah yang berat dapat mengendap, dan cairan yang bersih disirkulasikan kembali oleh pompa tekan ke dalam lubang. Cairan ini selalu dialirkan ke mata bor selama pengeboran berlangsung. Fungsinya untuk mendinginkan mata bor dan stang bor, menaikkan pecahan tanah akibat pengeboran ke permukaan dan menstabilisasi lubang bor agar tidak longsor. Cairan ini tidak boleh mengakibatkan pelunakan tanah atau

desintegrasi dari tanah yang dibor maka di campur *bentonite* (material lempung), agar lapisan tanah tidak longsor, terikat oleh *bentonite*. Pada proses pengeboran dengan sistim basah atau *wash boring* diperlukan pompa lumpur untuk mengangkut tanah hasil pemboran. Pompa yang dipergunakan semacam pompa piston, pompa yang dapat mengalirkan cairan yang pekat. Jika pengeboran telah mencapai kedalaman rencana, sementara itu mata bor dibiarkan tetap berputar dan sirkulasi lumpur bor tetap berlangsung terus sampai beberapa menit untuk membersihkan lubang bor.

Kemudian dimasukkan pipa besi galvanis diameter 4". Apabila dalam lubang bor terdapat runtuhan tanah, maka dapat di atasi dengan menyemprotkan air lewat pipa besi 4" tersebut. Pipa besi galvanis ini selain berfungsi sebagai tulangan pondasi juga sebagai pipa injeksi material *non shrink grout*. Kemudian disiapkan material *grout*, diaduk dengan air hingga homogen siap untuk di gunakan untuk injeksi melalui pipa galvanis.



Gambar 4.88. a) *Coring* pada telapak pondasi (Sumber: Ivan Sandi Darma, 2018)
b) Pemasangan besi galvanis, (Sumber: Sriwati Purnomo, 2018)

Untuk menginjeksikan cairan *grout* ke dalam lubang bor akan dipergunakan tabung injeksi bertekanan. Setelah material *grout* diaduk dengan homogen, kemudian dituang dalam tabung lalu diberi tekanan hingga adukan keluar dari sisi luar pipa galvanis. Penggunaan tabung tekanan harus digunakan secara langsung



dan rutin dibersihkan, agar tidak ada adukan mengeras di bagian dalam tabung, yang bisa menyebabkan penyumbatan.

Gambar 4.89. Penggunaan tabung injeksi.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Setelah keempat pondasi *micropiles* selesai dilakukan pemasangan pembesian dengan *chemical rebar*, untuk membuat penebalan pada bagian atas pondasi *micropiles*.



Gambar 4.90. Tulangan penebalan pada telapak pondasi.
Sumber: Sriwati Purnomo, 2018

Setelah penulangan selesai dilakukan pengecoran dengan material *grout*, sehingga pondasi *micropiles* menyatu dengan telapak pondasi dan dapat berfungsi maksimal untuk mengantisipasi gaya geser yang disebabkan oleh gempa.